سلسلۂ نصابیات علمیہ جامعۂ عثمانیہ

طبیعی کیمیا

حصۂ دوم

(مصنفہ سر جیمز واکر)

ترجمہ

شیخ فیروزالدین مُراد صاحب - ایم ایس سی

شعبۂ طبیعیات مُسلم یونیورسٹی علی گڑھ

بعد نظرِ ثانی از

مولوی محمد عبدالرحمن خانصاحب بی ایس سی آنرز (لندن)

(اسیوشئیٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی اسٹرونامیکل سوسائٹی (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی (لندن)

صدر کلیہ جامعہ عثمانیہ

سنہ ۱۳۵۳ھ م سنہ ۱۳۴۳ف م سنہ ۱۹۳۴ع

دارالطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

فہرست مضامین

طبیعی کیمیا

حصۂ دوم

حصّۂ دوّم

از

فصل بست و یکم تا سی و ششم

باب بست ویکم

لسونتی محلولات

حال میں، لسونتی محلولات کے متعلق وافر تحقیقات ہو چکی ہے کیونکہ ایسے محلولات نہ صرف نظری طور پر دلچسپ ہیں بلکہ حیاتیاتی، اور صنعتی کیمیا میں بھی عملی طور پر بہت اہمیت رکھتے ہیں۔ یہ محلولات، جنھیں بعض اوقات کاذب محلولات بھی کہتے ہیں، مذکورۂ ذیل خصوصیات کے لحاظ سے ممتاز ہیں:۔ ولوجی دباؤ اور اس سے حاصل کردہ مقادیر کا قلیل ہونا، بعض حالتوں میں ان کا بستہ ہونا یا ہلام بن جانا اور کسی معین نقطۂ سیری کا فقدان حقیقی محلولات میں حل شدہ ذرّات کے متعلق، جیسا کہ ہم سابقہ ابواب میں بیان کر چکے ہیں، یہ گمان ہوتا ہے کہ وہ یا تو منحل کے بسیط سالمات ہوتے ہیں یا منحل کے پیچیدہ سالمات ہوتے ہیں جن کا یا تو ایک دُوسرے سے سنجوگ ہوتا ہے یا جو محلّل کے سالمات سے متحد ہوتے ہیں۔ لسونتی محلولات میں، ذرّات بحیثیت مجموعی صحیح محلولات کے ذرّات کی بہ نسبت زیادہ پیچیدہ اور بڑے ہوتے ہیں لیکن دونوں قسم کے محلولات کے درمیان کوئی حدِ فاصل قائم نہیں کی جاسکتی۔ صحیح محلول سے امتیاز کی خاطر، اصطلاح لسم، لسونتی محلول کی بجائے، عام طور پر استعمال کی جاتی ہے۔

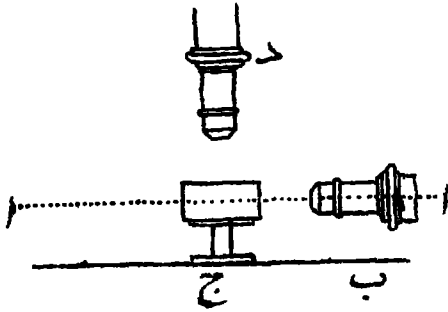
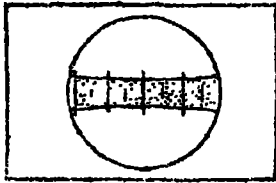
یہاں تک ہم صحیح محلولات کو کامل طور پر متجانس الاجزاء، اور ایک ہیئتی خیال کرتے آئے ہیں۔ لسونتی محلولات کی نسبت یہ خیال کرنا بجا ہے کہ یہ دو ہیئتوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ایک محلّل ہیئت اور دُوسری حل شدہ، یا ہیئتِ منتشر، ہوتی ہے۔ حقیقی یا صحیح محلول میں اُس کے دو اجزائے ترکیبی کے درمیان کوئی سطح حائل نہیں ہوتی۔ لیکن لسم میں اس کے کچھ منتشر ذرّات کی مقدار

اتنی کافی بڑی ہوتی ہے کہ وہ بقیہ نظام سے ایک حائل سطح کی وساطت سے علیحدہ رہتے ہیں۔ اِس سطح کے باعث بعض سطحی قوتیں عمل کرتی ہیں جن سے لسونتی محلولات کے بیشتر خواص کی توجیہ ہو سکتی ہے۔ اس غیر متجانس منتشر ہیئت کا وجود ٹنڈل (Tyndall) کے تجربہ سے ثابت کیا جا سکتا ہے۔ اگر ایک برقی قوسی لمپ سے نور کی ایک تیز پنسل گرد و غبار سے صاف محلول میں سے گزاری جائے اور ایک باریک سطح کے مقابل اس کی سمت کے علی القوائم مشاہدہ کیا جائے تو عملی طور پر وہاں کچھ بھی دکھائی نہیں دیتا۔ لیکن اگر نور کی پنسل لسونتی محلول میں سے گزاری جائے تو وہاں اس میں پنسل واضح طور پر دکھائی دیتی ہے (جیسا کہ ایک خالص مائع میں سے، جس میں گرد و غبار کے ذرّات معلق ہوں، نور کی پنسل گزارنے سے ہوتا ہے)۔ یہ نور نیکول (Nicol) کے منشور میں دیکھنے پر مقطّب پایا جاتا ہے۔ یہ طریقِ امتحان بیحد نازک ہے لیکن لسونتی اور صحیح محلولات کے درمیان ایک واضح مابہ الامتیاز قائم کرنے کے لئے ناکافی ہے۔

منتشر ہیئت کے ٹھوس یا مائع ہونے کے مطابق لسموں کے دو اقسام ہیں۔ اگر منتشر ہیئت ٹھوس ہو تو لسم ایک ایسے گدلے مائع کے مشابہ ہوتا ہے جس میں بہت باریک معلق ذرّات ہوتے ہیں۔ بناء بریں اس قسم کو مُعلّقہ سا (Suspensoid) کہتے ہیں۔ برعکس اس کے اگر منتشر ہیئت مائع ہو تو لسم نہایت مہین مائع ذرّات کے ایک شیرے کے مشابہ ہوتا ہے اور اس لئے اُسے شیرا سا (Emulsoid) نام دیا جاتا ہے۔

پانی اور نامیاتی محللوں میں دھاتوں کے لسونتی محلول اپنی سادگی کے باعث، معلّقہ سا محلولات کے مطالعہ کے لئے بہترین مثالیں ہیں۔ یہ دو طریقوں سے تیار کئے جا سکتے ہیں یا تو آبی محلول میں کسی دھات کے نمک کی تحویل سے مثلاً جیسے قلی اور فارم ایلڈیہائیڈ (Formaldehyde) کے ذریعہ سے گولڈ کلورائیڈ (Gold chloride) سے سونے کا لسونتی محلول تیار کیا جاتا ہے یا دھات کے برقی انتشار سے جیسے کہ عام طور پر کیا جاتا ہے۔ مثلاً اگر پلاٹینم کے دو مضبوط تاروں کے درمیان خالص پانی کے اندر برقی قوس

بنائی جائے تو تاروں کے سروں سے بایک ذراتِ پلاٹینم الگ ہو جاتے ہیں اور پانی میں منتشر ہو کر پلاٹینم کا ایک تھوڑا سا لسونتی محلول بنا تے ہیں۔
اس طور سے تیار کیا ہوا محلول' قائم ہوتا ہے' خردبین سے اس میں ذرات دکھائی نہیں دیتے ہیں اور وہ معمولی تقطیری اشیا میں سے کسی قسم کے تغیر کے بغیر گذر جاتا ہے۔ یہ امر کہ حل شدہ شئے' پانی یا حل شدہ گیسوں کے ساتھ پلاٹینم کے اتحاد سے کوئی مرکب چیز نہیں ہوتی' یوں ثابت ہوتا ہے کہ لسونتی محلول والے پلاٹینم میں دھاتی پلاٹینم کی پوری عملانی عاملیت موجود رہتی ہے' جو پلاٹینم کے مرکبات میں نہیں ہوتی۔ یہ لسونتی محلول ایک حقیقی محلول سے یوں مختلف ہے کہ اس میں سے پلاٹینم کسی اچھے برق پاشیدے کی قلیل مقدار کے اضافہ سے باسانی مطرح ہوجاتا ہے۔ لسونتی محلولات عام طور پر برق پاشیدوں کی وساطت سے اس طرح ترسیب کئے جاتے ہیں۔
ایسے نسم میں پلاٹینم کے ذرات کی جسامت کا اندازہ ایک آلہ کے ذریعہ سے جسے ماوراتی خردبین کہتے ہیں لگایا جاسکتا ہے۔ یہ آلہ ایک زبردست خردبین ہے جس سے محلول کا معائنہ' محلول میں سے نور کی ایک باریک لیکن بہت تیز پنسل افقی طور پر گزار کر کیا جاتا ہے۔ اگرچہ معمولی تنویر کے ساتھ پلاٹینم کے ذرات اپنی قلیل جسامت کے باعث خردبین سے دکھائی نہیں دیتے تاہم جب ان کو نور کی ایک زبردست تیز پنسل کے راستہ میں رکھ کر بخوبی منور کیا جاتا ہے تو وہ اس روشنی سے جسے وہ منعکس اور منتشر کرتے ہیں نقاط کی طرح مرئی ہوجاتے ہیں۔
اسی طرح وہ ستارے' جن کے زاویئی ابعاد اتنے چھوٹے ہوتے ہیں کہ وہ بجائے خود دکھائی نہیں دیتے فضا کی تاریکی میں مراکزِ نور کی طرح مرئی ہوجاتے ہیں۔ اور جس طرح ستارے دن کی روشنی میں غیر مرئی ہوتے ہیں اسی طرح محلولات میں سے گزرنے والی نور کی پنسل کے اندر دھاتی ذرات غیر مرئی رہتے ہیں تاوقتیکہ دوسرے مبداؤں سے روشنی مسدود نہ کر دی جائے اس آلہ کا عمل شکل ۴ میں بتایا گیا ہے۔ نور کی اُتحل اُفقی پنسل ۱۱

شکل ۴۵

خانہ ج کے اندر محلول میں
سے گزاری جاتی ہے اور ب
میں کا خردبین کا دہانہ خانہ
میں روشنی مرتکز کرنے کے
لئے مکثفہ کا کام دیتا ہے۔ خانہ
میں سے پنسل کا راستہ
انتصابی خردبین د کے ذریعہ
سے دیکھا جاتا ہے۔ خانہ
میں نور کی پنسل کی شکل و
شباہت جیسی کہ خردبین سے
مشاہدہ کی جاتی ہے شکل ۴۶ میں دکھائی گئی ہے۔ اس شکل میں دائرہ،
خانہ ج کے اندر کے میدانِ نظر کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر خانہ میں خالص پانی یا کوئی
صحیح محلول ہو تو شعاع کا راستہ عملاً
غیر مرئی ہوتا ہے کیونکہ اس حالت میں
روشنی کا انعکاس یا انتشار بالکل نہیں
ہوتا۔ مگر جب خانہ سونتی محلول سے
بھرا ہوتا ہے تو سونت کے ذرات
تمام سمتوں میں تیزی کے ساتھ حرکت
کرتے ہوئے ننھے ننھے منور نقاط کی
طرح نظر آتے ہیں۔

شکل ۴۶

خردبین کے خردہ پیما پیمانہ کی مدد سے محلول کے کسی معین حجم میں
ذرات کی تعداد محسوب کی جاسکتی ہے۔ اور اگر محلول کا ارتکاز معلوم ہو تو ذرات
کا اوسط وزن تخمین کیا جاسکتا ہے۔ مزید براں اگر یہ فرض کریں کہ ان ذرات
کی کثافت ٹھوس دھات کے مساوی ہے تو اس طور سے ان کے حجم اور اوسط
قطر کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔ اس طرح اندازہ لگانے سے پلاٹینم کے ایک

لسونتی محلول میں ذرّات، کا اوسط قطر تقریباً ۴۵ مہ مہ یعنی ۴۵ × ۱۰^{-۶} مم معلوم کیا گیا۔

جب گولڈ کلورائیڈ (Gold chloride) کا ہلکا محلول پوٹاسیئم کاربونیٹ (Potassium carbonate) سے قلوی بنا کر فارم الڈیہائیڈ (Formaldehyde) یا ہائیڈریزین (Hydrazine) یا فاسفورس کے ایتھری محلول سے تحویل کیا جاتا ہے تو سونے کا لسونتی محلول بن جاتا ہے جس میں ذرّات کی باریکی حالاتِ تحویل اور مستعمل محلول کے ارتکاز کے مطابق ہوتی ہے۔ سونے کے لسونتی محلول کا رنگ بہت اختلاف پذیر ہوتا ہے۔ نیلے رنگ سے بھورے، سبز، یاقوتی سرخ، زردی مائل سرخ میں سے ہوتے ہوئے، سرخی مائل زرد تک تمام قسم کے رنگ دیکھنے میں آتے ہیں۔ ذرّات کا قطر ۳۰۰ مہ مہ سے ۱۰ مہ مہ تک جو ماورائے خردبین کی تحلیلی طاقت کی انتہائی حد ہے، مختلف ہوتا ہے۔ لیکن اس آلہ کے ذریعہ سے پنسل نور کے راستہ کی منتشر تنویر سے، ایسے مہین ذرّات کے وجود کا بھی پتا چلتا ہے جو انفرادی طور پر نہیں دیکھے جا سکتے۔ اس کی نظیر مجمع الکواکب کی سحابی شکل ہے جو ایسی دوربین سے دیکھا جاتا ہے جس کی تحلیلی طاقت مجمع کے مختلف ستاروں کو علیحدہ علیحدہ نقاطِ نور کی صورت میں ظاہر کرنے کے لئے ناکافی ہو۔ جیسا کہ ہم باب ۳۲ میں دیکھیں گے، سالمہ کا قطر ۱ مہ مہ کے رتبہ کا ہوتا ہے۔ پس وہ طلائی ذرّات جو ماورائے خردبین کے ذریعہ سے علیحدہ علیحدہ نہیں دیکھے جا سکتے ان کی جسامت سالمی جسامت کے لگ بھگ ہوتی ہے۔

ہم اوپر بیان کر چکے ہیں کہ لسونتی محلولات میں جو دھاتی ذرّات مشاہدہ کئے جاتے ہیں وہ تیزی کے ساتھ متحرک ہوتے ہیں۔ اس حرکت کو براؤنی حرکت (Brownian movement) کہتے ہیں۔ یہ براؤنی حرکت ۔ ۴ مہ مہ سے کم قطر والے منتشر ذرّات میں دیکھی جاتی ہے اور جوں جوں ذرّے چھوٹے ہوتے ہیں یا تپش بلند ہوتی ہے یہ حرکت تیز ہوتی جاتی ہے۔ سالمی نظریہ تحرک

کے مفروضات کے مطابق، دقیق معلّق ذرّات کی حرکت کا، جو ان کے اردگرد کے سالمات کے تصادم سے پیدا ہوتی ہے اندازہ لگانا ممکن ہے۔ مشاہدہ کردہ اور محسوب کردہ حرکات کا توافق تسلی بخش ہے۔ بس ہم تیقن کے ساتھ سالمی تصادم کو براؤنی حرکت کی علت قرار دے سکتے ہیں۔ انفرادی ذرات کے واقعی راستے کی ضیا نگاری (عکسی ، تصویر، ماورائی خُرد بین اور جنبش نگار آلہ کے ذریعہ کھینچی جا چکی ہے۔

متعدد دھاتیں بطور معلّقہ، پانی کے علاوہ نامیاتی محلّلوں میں بھی تیار کی جا چکی ہیں۔ نامیاتی محلّلوں مثلاً ایتھر میں ان کی تیاری کا ایک عام طریقہ یہ ہے کہ دھات کو چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں میں کاٹ کر خالص ایتھر سے ڈھانپ دیا جاتا ہے اور پھر راست قوسی اخراج کے بجائے طاقتور قوہ والے اہتزازی اخراج سے کام لیا جاتا ہے۔ اخراج ایک امالی مشین (Induction Coil) کے سروں کو ایتھر میں ڈبونے سے پیدا کیا جاتا ہے۔ امالی مشین کے ساتھ بہت سے لیڈنی مرتبان متوازی ملا لئے جاتے ہیں۔ اہتزازی اخراج دھات کے ٹکڑوں کے درمیان بطور ایک قوس کے گزرتا ہے جس سے دھات کے ذرّات بہت جلد منتشر ہو جاتے ہیں۔ اس طور سے حاصل کردہ اکثر محلول بھورے ہوتے ہیں لیکن قلوی دھاتوں کے جو محلول ایتھر میں بنائے جاتے ہیں ان کا رنگ بہت شوخ ہوتا ہے۔

اوپر بیان ہو چکا ہے کہ معلقے، محلول میں برق پاشیدوں کے اضافہ سے بستہ ہو کر ترسیب ہو جاتے ہیں۔ یہ ترسیب، غیر متعاکس ہوتی ہے۔ یعنی بستہ یا رسوب، ایک دفعہ بن چکنے کے بعد دوبارہ دقیق منتشر حالت میں نہیں بدلا جا سکتا۔ اس قسم کے لسونت جو بستہ ہونے کے بعد دوبارہ حل نہیں کئے جا سکتے "لئوفوب" یعنی حل گریز کہلاتے ہیں۔ عمدہ طور سے ائیونائیز شدہ برق پاشیدوں کا ترسیبی عمل، غالباً اس امر سے مربوط ہے کہ معلقہ میں دھاتی ذرّات بلحاظ محلّل برقائے ہوئے ہوتے ہیں۔ ان کا برقاؤ یوں ثابت کیا جا سکتا ہے۔ اگر محلول میں دو برقیرے ڈبوے جائیں تو ذرات

اینوڈ (زبر برقیرہ) کی طرف چلے آتے ہیں جس سے معلوم ہوتا ہے کہ ان پر منفی برق کا بار ہے۔ اکثر اچھے برق پاشیدے ترسیب پیدا کر دیتے ہیں۔ اور اس کے لئے جن ارتکازوں کی ضرورت ہوتی ہے وہ عام طور پر قلیل ہوتے ہیں۔ منفی بار والے ذرات کی صورت میں معلوم ہوتا ہے کہ ترسیب زیادہ تر مثبت آیون کی وجہ سے ہوتی ہے اور اس کی گرفت جتنی زیادہ ہوتی ہے ترسیب بھی اتنی ہی زیادہ جلدی سے واقع ہوتی ہے۔ مثلاً کیلسیئم کلورائیڈ کا محلول سوڈیئم کلورائیڈ کے معادل محلول کے بہ نسبت ایک مرتسب کی حیثیت سے زیادہ موثر ہے۔

خالص پانی میں تقریباً تمام "معلقہ سا" منفی طور پر برقائے ہوتے ہیں۔ غیر نامیاتی اشیا میں سے اہم استثنا، ہیں دھاتی ہائیڈر آکسائیڈز (Hydroxides) ہیں جن کا بار مثبت ہوتا ہے۔ موخرالذکر صورت میں کسی برق پاشیدے کی قابلیت ترسیب منفی آیون کی گرفت کے مطابق ہوتی ہے۔ مثلاً ایک فرک ہائیڈر آکسائیڈ (Ferrichydroxide) کسم سوڈیئم کلورائیڈ کے معادل محلول کے بہ نسبت سوڈیئم سلفیٹ Sodium (Sulphate) کے محلول سے، زیادہ سہولت کے ساتھ مرتسب ہوتا ہے۔ جب متضاد برقی بار والے دو معلقہ سا ملائے جاتے ہیں تو ذرات فوراً ایک دوسرے کو مرتسب کر دیتے ہیں۔

ایک صنفی شیرا سا محلول مثلاً ہلام یا اگار اگار (Agar-Agar) کا محلول جب ماورائے خردبین کے نیچے مشاہدہ کیا جاتا ہے تو عدم تجانس پایا جاتا ہے۔ لیکن یہ بلحاظ اپنے خواص کے معلقہ سا محلول سے بہت مختلف ہوتا ہے۔ معلقہ سا محلول سریع السیلان ہوتا ہے لیکن شیرہ سا محلول قلیل ارتکاز پر بھی لزج ہوتا ہے اور اگر زیادہ مرتکز ہو تو تبرید سے جم کر گھٹ فالودہ بن جاتا ہے۔ ایک اور اختلاف یہ ہے کہ شیرا سا برق پاشیدوں کی قلیل مقدار کے ملانے سے بستہ نہیں ہوتا مگر تعدیلی نمکوں کی کثیر مقادیر کے ملانے سے بستگی وقوع پذیر ہو سکتی ہے لیکن یہ عمل معکوس ہے یعنی الیپا بستہ خالص پانی کے اندر دوبارہ شیرا سا

بنایا جا سکتا ہے۔ اس قسم کے لسونت حل جو (Lyophile) کہلاتے ہیں۔
جب ہُلام یا سریشیں کا گرم ہلکا محلول ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو جم کر فالودہ یا ہلم بن جاتا ہے بشرطیکہ ابتدائی لسم کافی مرتکز ہو۔ تقریباً ۵ء۰ سے لیکر ۱ فی صدی ارتکاز تک کے محلولوں میں جو ٹھنڈا ہونے پر نرم فالودہ کی صورت اختیار کرتے ہیں، ماورائی خردبینی ذرات نہایت وضاحت سے دکھائی دیتے ہیں۔ ان سے کم یا ان سے زیادہ ارتکازوں میں ذرّات کی رویت کم ہو جاتی ہے۔ لسم کا ہلم میں بستہ ہونا ایک ایسا عمل ہے جسے ابتدائی قلماؤ کے عمل سے تشبیہ دے سکتے ہیں۔ یا زیادہ مناسبت کے ساتھ اُن مظاہر سے تشبیہ دے سکتے ہیں جو اینیلین کے آبی محلول کو ٹھنڈا کرتے وقت مشاہدہ ہوتے ہیں، جب کہ دو مائع ہیئتیں علیٰحدہ ہوتی ہیں (صفحہ ۷۱)۔ ماورائی خردبین میں ہُلام کا ایک ۵ء۰ فی صدی لسم جو نسبتاً بلند تپشوں پر قریب قریب متجانس نظر آتا ہے، کافی ٹھنڈا کرنے کے بعد جب امتحان کیا جاتا ہے تو اُس کے اندر ماورائی ذرّات بے قاعدہ حرکت کرتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ مزید ٹھنڈا کرنے پر یہ کسی قدر وسیع لختوں میں بستہ ہو جاتے ہیں اور ان لختوں کے اندر ذرات کی حرکت بتدریج موقوف ہو جاتی ہے۔ ماورائی دُوربین میں دو مائع ہیئتوں کی علیحدگی سے بھی اس کے مماثل مظاہر معائنہ ہوتے ہیں لیکن اس میں بڑا فرق یہ ہے کہ چھوٹے خردبینی ذرّات جو علیحدگی کے مقام پر نظر آتے ہیں باہم دیگر مل کر معیّن مائی قطرے بن جاتے ہیں۔ ہلم میں لختے ایک قسم کا مہین جال بناتے ہیں جن کے اندر مابقی چیز محبوس رہتی ہے جیسے کہ پانی اسفنج کے اندر مقید ہو جاتا ہے۔ ایک ہلکا آبی ہلم اس کے اندر کے حل شدہ نمکوں کے نفوذ یا برق پاشیدی ایصال کا تقریباً اتنا ہی کم مزاحم ہوتا ہے جتنا کہ خالص پانی مزاحم ہوتا ہے جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ اس کے اندر مائع کی آمد و رفت بالکل آزادانہ ہے۔
بادی النظر میں یہ قدرے تعجب انگیز معلوم ہو سکتا ہے کہ دو مائع ہیئتوں سے ایک گھٹ فالودہ صورت پذیر ہو جس میں ٹھوس کے اکثر حیلی خواص

پائے جائیں۔ یہ منظر اُس حالت میں جب کہ ایک زائد گیسی ہیئت (جس سے
اُستواری میں کچھ اضافہ نہیں ہوسکتا) موجود ہوتی ہے کافی عام ہے۔ مثلاً
ایسے جھاگ میں جیسے کہ خوب ہلائی ہوئی بالائی یا میونیز (Mayonnaise)
(انڈے اور تیل کا آمیزہ ہے)۔ ہم مائع ہیئتوں کی دقیق جیلی تقسیم سے ایک گیسی ہیئت
کے مفقود ہونے کے باوجود کم و بیش ایک اُستوار چیز حاصل کر سکتے ہیں جو اپنی
اجزائی ہیئتوں سے بلحاظ اپنے جیلی خواص کے بہت مختلف ہوتی ہے۔ صابون کے
محلول کی قلیل مقادیر (تقریباً ۱ فی صدی) اور معدنی تیل کی بخوبی مخلوط آمیزش
سے عملاً ٹھوس چکنائیاں تیار کی جا سکتی ہیں۔ یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ ماورائی
ذرات سے جب سابقہ پڑتا ہے تو ٹھوس اور مائع میں امتیاز کرنے کے لئے
(صفحہ ۸۳) معمول سے زائد دقت پیش آتی ہے جب کہ ذرات نقلے ہوتے
ہیں۔ صابونی محلول متعاکس پذیر ہیئتوں کی ایک دلچسپ اور اہم مثال ہیں۔
صابون نمکوں میں شمار ہوتے ہیں اور اس لئے ان کے محلول، روانیت
(آئیونائیزیشن) کی وجہ سے (دیکھو باب ۲۲) برقی موصلوں کا حکم رکھتے ہیں۔ اور
چونکہ جن ترشوں کے یہ مشتق ہیں بہت کمزور ترشے ہیں یہ آبی محلول میں
جزوی طور پر ترشہ اور اساس میں تحلیل ہو جاتے ہیں (باب ۲۸) لیکن آب پاشیدگی
(ہیڈرالسز) نسبتہً خفیف ہی ہوتی ہے۔ اگر صابونی نمک کی مثال کو بطور
سوڈیم اولیئیٹ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ ایک ہی محلول میں ایک ہی تپش
پر ایک سیّال لسم، ایک شفاف لچکیلے ہلم، یا ایک سفید غیر شفاف دہی
سی شکل میں وجود میں لایا جا سکتا ہے۔ جیلی استواری کے اختلاف کے ماسوا
لسم اور ہلم دونوں کے طبیعی کیمیائی خواص، مثلاً ان کی برقی موصلیت، ان کا
انعطاف نما، اور ولوجی دباؤ کا عمل جس کی پیمائش بخاری دباؤ کی پستی سے
ہو سکتی ہے، بالکلیہ باہم دیگر مماثل ہوتے ہیں۔ اُدھر دوسری طرف دہی
کی برقی موصلیت بہت کم ہوتی ہے، بوجہ اس کے کہ صابون کا کچھ حصہ
سفید ریشوں کی شکل میں علیحدہ ہو جاتا ہے، جو اپنے اندر ابتدائی لسم یا ہلم
سے زیادہ ہلکے محلول کو محبوس رکھتے ہیں۔

"شیر اسا" اشیاء عام طور پر "معلقہ سا" اشیاء پر جہاں تک کہ برق پاشیدں
سے ان کی ترسیب متعلق ہے محافظانہ عمل کرتے ہیں۔ مثلاً اگر سونے کے لسونتی
محلول میں ہُلام کی بہت قلیل مقدار ڈالی جائے تو کسی برق پاشیدہ کے ملانے سے
سونے کے ذرات کی بستگی اور ترسیب رک جاتی ہے۔ اس عمل کی تشریح جو عام
طور پر پیش کی جاتی ہے یہ ہے کہ مائع شیر اسا کے ذرات ان ٹھوس معلقہ سا ذرات
کو جن سے وہ مس کرتے ہیں چاروں طرف سے گھیر لیتے ہیں اور اس طور سے
اُنہیں بڑی مقداروں میں مجتمع ہونے سے روک سکتے ہیں۔ کسی لسونت کے
محافظانہ عمل کی قدر اکثر نام نہاد عددِ طلا کی رقموں میں بیان کی جاتی ہے۔
یعنی ملی گراموں میں اس شئے کے وزن سے اس کی تعبیر کی جاتی ہے جو
سُرخ سے بنفشئی رنگ میں تبدیلی پیدا کرنے کے لئے (جو آغاز قلماؤ کے ساتھ
مختص ہے) ٹھیک ناکافی ہو، جب کہ ۱۰ فی صدی سوڈیم کلورائیڈ کا ایک
مکعب سمر ۰.۰۰۵۵ فی صد ارتکاز کے سونے کے لسم کے ۱۰ مکعب سمروں
کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ کسی شئے کا عددِ طلا جس قدر چھوٹا ہوگا اُتنا ہی اُس کا
محافظانہ عمل زیادہ ہوگا۔ معمولی لسونتوں کے عددِ طلا ۰.۰۰۵ سے لے کر ۵۰ تک
مختلف ہوتے ہیں۔ اول الذکر عدد ہلم یا سریش سے متعلق ہے اور دوسرا
عدد نشاستہ سے۔

اشیاء میں ہلم بشمول ہلمی رسوبات بنانے کی استعداد بہت زیادہ عام
ہے بہ نسبت اس کے جو اول اول خیال کی گئی تھی۔ ہلموں کی پیدائش کے لئے
اصلی شرط یہ معلوم ہوتی ہے کہ کسی شئے کا ارتکاز جب کہ وہ ترسیب سے صورت پذیر
ہو مائع محلل میں اس کی صحیح حل پذیری کی بہ نسبت بہت زیادہ ہونا چاہیئے۔ مثلاً
کسی حل ہونے والی قلمدار شئے کا (جیسے کہ سوڈیم کلورائیڈ ہے) ہلم پانی میں
حاصل کرنا محال ہے لیکن ایک نامہباتی مائع میں جیسے کہ بنزین ہے جس میں
سوڈیم کلورائیڈ حل نہیں ہوتا ہلامی سوڈیم کلورائیڈ حاصل کرنا آسان ہے۔
اسی طرح جب بیریئم سلفیٹ معمولی ارتکاز کے آبی محلول سے مرسب کیا جائے تو
وہ ہلامی نہیں ہوتا۔ لیکن اگر ہم کسی سلفیٹ اور بیریئم کے کسی اور نمک کے

بہت مرتکز محلول آپس میں ملائیں تو بیریئم سلفیٹ ہلامی شکل میں نمودار ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ہم مینگانیز سلفیٹ (Manganese sulphate) اور بیریئم تھائیوسائیانیٹ (Barium thiocyanate) کے تقریباً سیر شدہ محلول آپس میں ملا کر ہلائیں تو ہمیں ایک گھٹ فالودہ حاصل ہوتا ہے بعینہٖ اُسی شکل کا جیسے کہ کسی حل ہونے والے سلیکیٹ (Silicate) سے سلیسک (Silicic) تُرشہ کی ترسیب سے حاصل ہوتا ہے۔

"معلقہ" یا "ہلامی" اور "خمیرا سا" دونوں کی خصوصیت یہ ہے کہ دونوں میں ذرّات کا انتشار بمقابلہ حقیقی محلول میں سامانات کے انتشار کے کم ہوتا ہے۔ گراہم (Graham) نے سب سے پہلے اس بحث کے متعلق تحقیقات کی تھی۔ اس نے حل شدہ اشیاء کو پانی میں ان کے تیز یا سُست نفوذ کے لحاظ سے دو جماعتوں میں منقسم کیا تھا یعنی قلماسا اور لسونت۔ ذیل کی فہرست میں بعض صنفی مثالوں کے انفوذ کی شرحیں درج ہیں:-

قلماسا			لسونت		
نائیٹرک تُرشہ	(Nitric acid)	۲۰۱	پپسن	(Pepsin)	۰.۰۰۶
سوڈیئم کلورائیڈ	(Sodium chloride)	۱.۰۰	انڈے کی سپیدی	(Egg-albumin)	۰.۰۰۹
یوریا	(Urea)	۰.۹	شکر سوختہ	(Caramel)	۰.۰۰۵
گنے کی شکر	(Cane sugar)	۰.۴	ایملسن	(Emulsin)	۰.۰۰۴

قلماسا اور لسونت اشیاء میں امتیاز حیوانی اور نباتی جھلیوں میں سے گزر جانے کی قابلیت کے لحاظ سے کیا جاتا ہے۔ اس امتیاز پر گراہم نے دونوں جماعتوں کو ایک دوسرے سے علیحدہ کرنے کا ایک عمل جسے وہ Dialysis (یعنی رَق اِنشیدگی) کہتا ہے قرار دیا تھا۔ کسی حل شدہ قلماسا شئے کو حیوانی یا نباتی رَق[1] کی مرطوب جھلی میں سے گزرتے ہوئے بہت تھوڑی مزاحمت پیش آتی ہے۔ لیکن لسونتی اشیاء ایسی جھلی

---

[1] Parchment

میں یا تو بالکل گزر ہی نہیں سکتے یا گزرتے ہیں تو بہت آہستگی اور مشکل کے ساتھ ۔ پس اگر ایسی جھلی کے ایک طرف حل شدہ قلما سا اور لسونتی اشیاء کا آمیزہ رکھا جائے اور دوسری طرف کو خالص پانی سے دھویا جائے تو قلما سا شے بتدریج جھلی میں سے گزر جائیگی اور لسونت شے باقی رہ جائیگی۔

ایک طریقہ جو ماورائی تقطیر کے نام سے موسوم ہے لسونتی محلولوں پر عائد کیا گیا ہے۔ یہ رَق پاشیدگی (Dialysis) کے مشابہ ہے ۔ ایک معمولی تقطیری کاغذ ہلام سے پُر کیا جاتا ہے اور بعد ازاں ہلام کو فارم الڈیہائیڈ (Formaldehyde) کے محلول (فارمیلن Formalin) میں سخت کر لیا جاتا ہے ۔ اس سے ایک ایسی جھلی حاصل ہوتی ہے جو رق کی طرح لسونتی اشیاء کے لئے غیر نفوذ پذیر ہے ۔ اگر اس جھلی کو مناسب انداز سے سہارا دیا جائے اور لسونتی محلول پر دباؤ ڈالا جائے تو محلل مع حل شدہ قلما سا اشیاء کے نچوڑا جا سکتا ہے ۔ پس اس طور سے تقطیر کی قسم کا ایک عمل ممکن ہو جاتا ہے ۔ کسی خاص لسونت کے لئے جھلی کی بناوٹ میں مستعمل ہلام کا ایک معین ارتکاز معلوم کیا جا سکتا ہے جو تقریباً ۵ کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت لسونت کو گزرنے سے روکنے کے لئے کافی ہوگا اس سے کم مرتکز ہلام لسونت کو روکنے کے لئے ناکافی ہوگا۔ مثلاً ہلام کا ۲ فی صدی محلول بریڈگ (Bredig) کے برقی طریقۂ انتشار کے مطابق تیار کردہ لسونتی پلاٹینم کو روک لیتا ہے مگر سلیسک ترشہ کو گزرنے دیتا ہے کیونکہ اس کے روکنے کے لئے ہلام کے ۵ء۴ فی صدی محلول سے پُر کیا ہوا کاغذ درکار ہے ۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے کہ لسونتی محلول کی صورت میں سلیسک ترشہ کے ذرات لسونتی پلاٹینم کے ذرات سے چھوٹے ہیں۔

پس اس طریقہ سے ہم تقریبی طور پر لسونتی محلول کو ان کے ذرات کی اوسط جسامت کے لحاظ سے مرتب کر سکتے ہیں ۔ اور اس طور سے حاصل شدہ نتائج، ماورائی خردبین کے مطالعہ اور سالمی اوزان کی تخمین کے نتائج سے عام طور پر موافق ہوتے ہیں ۔

ہوتی ہیں۔ سونے کے لسونتی ذرات کی مقادیر کے لئے جو قیمتیں اس طرح برآمد ہوئی ہیں وہ دوسرے طریقوں سے حاصل کردہ قیمتوں سے قریب قریب منطبق ہیں۔ لسونتی سلیسک ترشہ زیادہ تر نقلما پایا گیا لیکن اس کے اندر بہت سے قلمی ذرات بھی دیکھے گئے۔ سریش کی نسبت معلوم ہوا کہ بالکلیہ نقلما ہے۔

مزید معلومات کے لئے مندرجۂ ذیل کا مطالعہ کیا جائے:۔

ڈبلیو۔ ڈبلیو ٹیلر[1] "لسونتوں کی کیمیا" ۱۹۲۱ء۔

ای۔ ہیٹسچیک[2] "لسونتوں کی طبیعیات و کیمیا کا انٹروڈکشن" ۱۹۱۹ء

وولفگینگ[3] اوسٹوالڈ "لسونتی کیمیا کی کتاب" ۱۹۱۹ء

آر۔ ژیگمونڈی[4] "کولوائیڈ کیمی[5]" ۱۹۲۰ء۔ اس کتاب میں پی۔ شیرر[6] کی طرف سے لا شعاعوں کے ذریعہ لسونتی ذرات کی ساخت اور جسامت کی تعیین پر ایک ضمیمہ بھی شریک ہے۔

برٹش[7] ایسوسی ایشن رپورٹس ۱۹۱۷ء، ۱۹۱۹ء، ۱۹۲۰ء۔ لسونتی کیمیا اور اس کے عام اور صنعتی استعمالات پر پہلی دوسری اور تیسری رپورٹیں۔ لسونتی کیمیا پر یہ رپورٹیں ہز مجسٹی[8] کے اسٹیشنری[9] آفس کی جانب سے بھی شائع ہوئی ہیں۔

یم۔ ای[10]۔ لینگ اور جے۔ ڈبلیو[11]۔ مکبین "سوڈیم اولیئیٹ کے محلولات" جرنل آف دی کیمیکل سوسائٹی ۱۱۷ (۱۹۲۰ء) صفحہ ۱۵۰۶۔

---

[1] W. W. Taylor [2] E. Hatschek [3] Wolfgang ostwald

[4] R. Zsigmondy [5] Kolloidchemie [6] P. Scherrer

[7] British Association Reports [8] His Majesty

[9] Stationery office [10] M. E. Laing

[11] J. W. Mc Bain

باب بست و دوم

برق پاشیدے اور برق پاشیدگی

ایک برقی مورچہ کے سروں سے دو پلاٹینی تار باندھو؛ دوران تاروں کے دوسرے سروں کو ایک اور دھاتی تار سے ملا دو تو ایک برقی رو اس نظام میں سے گزرنی شروع ہوتی ہے لیکن اس رو کے ساتھ وزن دار مادہ کی حرکت شامل نہیں ہوتی - اگر ہم مورچہ کے سروں سے مربوط تاروں کے سرے، سلفیورک ترشہ سے ترشائے ہوئے پانی میں ڈبوئیں تو برقی رو اس نظام میں سے بھی گزرنی شروع ہوتی ہے لیکن اب رو کے ساتھ کیمیائی مظاہر اور مادہ کی حرکت بھی شامل ہوتی ہے - ایک تار کے ڈوبے ہوئے سرے پر آکسیجن اور دوسرے پر ہائیڈروجن نمودار ہوتی ہے اگر رو کچھ عرصہ تک گزرتی رہے اور اس امر کی احتیاط کی جائے کہ محلول کے وجود میں حیلی آمیزش نہ ہونے پائے تو جس تار پر آکسیجن ظاہر ہوتی ہے اس کے گرد سلفیورک ترشہ جمع ہو جائیگا -

بناء بریں ہم برقی ایصال کے ان دو اقسام میں حسب ذیل امتیاز کرتے ہیں :-

۱- **فلزات کا ایصال** جس کے ساتھ کسی قسم کا مادی تغیر وقوع پذیر نہیں ہوتا -

۲- **برق پاشیدگی کا ایصال** جس کے ساتھ مادی حرکت اور عام طور پر کیمیائی تغیر وقوع پذیر ہوتا ہے -

اِس باب میں ہم برق پاشیدگی کے ایصال اور اس سے

متعلقہ مظاہر سے بحث کریں گے۔

سب سے پہلے ہم یہ امر دریافت کرنا چاہتے ہیں کہ کونسی اشیاء اس طور پر موصل برق ہیں۔ نسبتاً بہت کم خالص اشیاء برق پاشیدگی کے ساتھ موصل ہیں۔ اہم مستثنیات، گداختہ یا پگھلے ہوئے نمک اور اساسیں ہیں۔ گداختہ سلور کلورائیڈ عمدہ موصل برق ہے اور اس عمل کے دوران میں یہ خود تحلیل ہوجاتا ہے۔ نقطۂ اماعت سے قریب تپشوں پر، ٹھوس حالت میں بھی، اس شے میں برق پاشیدگی سے ایصال کے آثار پائے جاتے ہیں۔ ابتداءً متعدد دھاتیں، ان کے پگھلے ہوئے نمکوں کی برق پاشیدگی سے تیار کی گئی تھیں۔ مثلاً لیتھیم اور رگنیشیم اپنے پگھلے ہوئے اب‌آبی کلورائیڈز (Anhydrous Chlorides) میں سے برقی رَو کے بہنے سے بآسانی حاصل کی جاسکتی ہیں۔ ڈیوی (Davy) نے سب سے پہلے قلوی دھاتوں کا انکشاف، پگھلے ہوئے اساسوں (پوٹاسیئم اور سوڈیئم ہائیڈر آکسائیڈز) کی برق پاشیدگی سے کیا تھا۔ زمانۂ حال میں الومینیئم بڑے پیمانہ پر، پگھلے ہوئے الومینیئم آکسائیڈ کی برق پاشیدگی سے حاصل کیا جاتا ہے اور برق پاشیدگی کے متعدد صنعتی استعمال مفید ثابت ہورہے ہیں۔ ایسے خود پاش موصلوں کی برق پاشیدگی میں، کیمیائی نقطۂ نگاہ سے بہت کم نظری باقاعدگیاں پائی گئی ہیں۔ اس لئے یہ بحث ابھی تشنۂ تحقیقات ہے اور برق پاشیدگی کے متعلق ہمارے باقاعدہ معلومات تمامتر برق پاشیدگی کی دوسری جماعت یعنی محلولات، بالخصوص آبی محلولات تک محدود ہے۔

خالص پانی برق پاشیدہ نہیں سمجھا جاسکتا۔ اس کی موصلیت بیحد قلیل ہے۔ خشک مائع ہائیڈروکلورک ترشہ بھی اسی طرح برق پاشیدہ نہیں کہا جاسکتا لیکن اگر ان دونوں اشیاء کو ملادیں تو جو محلول اس آمیزش سے حاصل ہوتا ہے (یعنی ہائیڈروکلورک ترشہ کا آبی محلول) وہ

ایک عمدہ موصل برق ہوتا ہے اور برق پاشیدگی کے ذریعہ تحلیل ہوجاتا ہے۔
پس موصلیت، محلول کے کسی جزو کی خاصیت نہیں ہے بلکہ یہ آبی محلول
کا خاصہ ہے۔ ہر ایک محلل جس میں کوئی شے مثلاً ہائیڈروجن کلورائیڈ
حل شدہ ہو یہ خاصیت پیدا نہیں کرتا۔ مثلاً کلوروفارم خود غیر موصل ہے
اور "ہائیڈروکلورک ترشہ" کا کلوروفارمی محلول بھی غیر موصل ہے۔ اس لئے
یہ کہنا بجا ہے کہ کسی محلول کا موصل یا غیر موصل ہونا، محلل کی ماہیت پر منحصر
ہوتا ہے۔ اگر کوئی شے ایسی ہو کہ اس کا آبی محلول برق پاشیدہ ہو تو اتھیل
اور میتھل الکوہل میں بھی اس چیز کا محلول موصل برق ہوتا ہے لیکن بمقابلۂ
آبی محلول ایصال کم ہوتا ہے۔ اس لحاظ سے ایسیٹون (Acetone)
الکوہلوں کا ہم پلہ ہے۔ ایتھر کا شمار اس کے بعد ہوتا ہے۔ "کلوروفارم"
"بنزین" اور دوسرے ہائیڈروکاربنز (Hydrocarbons) میں
اشیا کے محلول تقریباً غیر موصل ہوتے ہیں۔ غیر عامل محللوں (صفحہ ۳۲۳ حصۂ اول)
سے موصل محلول حاصل نہیں ہوتے۔ برعکس اس کے عامل محللوں
کے محلول کم و بیش موصل ہوتے ہیں۔

نرنسٹ[1] اور طامسن[2] نے معلوم کیا تھا کہ کسی محلل کے "برق
گزاری مستقل" کی مقدار اور اس کی عام روانی (آئیونائیزنگ) طاقت
کے درمیان ایک رابطہ موجود ہے۔ یہ رابطہ اس امر پر مبنی ہے کہ کسی شے
کی برق گزاری مستقل کی مقدار جس قدر زیادہ ہوتی ہے، اتنی ہی کمزور
اس میں غرق شدہ باہم مخالف برقی بار کے ذرات کی باہمی کشش ہوتی
ہے۔ فہرست ذیل میں بعض عام محللوں کی برق گزاری مستقلوں کی
قیمتیں درج ہیں:-

پانی	۸۱
میتھل الکوہل (Methyl Alcohol)	۳۳

---

[1] Nernst

[2] Thomson

ایتھل الکوہل	(Ethyl Alcohol)	۲۵
ایسیٹون	(Acetone)	۱۰
ایتھر	(Ether)	۴٫۵
بنزین	(Be· zene)	۲٫۲

اس فہرست سے عیاں ہے کہ کسی محلل کی آئیونائیزنگ طاقت پر برق گزاری مستقل کا معتدبہ اثر ہوتا ہے ۔

موصلیت محض محلل کی ماہیت پر منحصر نہیں ہوتی بلکہ حل شدہ شے کی ماہیت پر بھی منحصر ہے ۔ عام طور پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ جو اشیاء آبی محلول میں عمدہ موصل ہوتی ہیں وہ [illegible] ترشے اور اساس ہیں ۔ [illegible] نمک اور اساسیں [illegible] پگھلی ہوئی حالت میں خود پاشیدگی کے ساتھ موصل ہیں ۔ [illegible] کا آبی محلول پانی سے بہتر موصل نہیں ہے اور اصطلاح کے معروف مفہوم کے لحاظ سے اس کو برق پاشیدہ نہیں کہہ سکتے ۔ یہ بات [illegible] ہے کہ صحیح معنی میں برق پاشیدہ صرف موصل محلول ہوتا ہے لیکن برنبائے سہولت عام طور پر منحل برق پاشیدہ کہلاتا ہے اور ایسی حالت میں محلل جس کا ذکر عام طور پر محذوف ہوتا ہے پانی ہوتا ہے ۔ اس لئے جب ہم یہ کہتے ہیں کہ ترشے، اساسیں اور نمک برق پاشیدے ہیں تو ہماری مراد یہ ہوتی ہے کہ ان کے آبی محلول موصل برق ہیں ۔

بسا اوقات برق پاشیدوں، نیم برق پاشیدوں اور غیر برق پاشیدوں کے درمیان سہولت کی خاطر امتیاز کیا جاتا ہے ۔ قسم اول میں تمام نمک، طاقتور ترشے اور اساسیں مثلاً ہائیڈروکلورک ترشہ اور "سلفیورک ترشہ" "پوٹاسیم اور سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ" شامل ہیں۔ دوسری قسم میں کمزور ترشے اور اساسیں مثلاً ایسیٹک ترشہ اور "بنزوئک ترشہ" (Benzoic Acid) امونیا اور ہائیڈرزین (Hvd… ine) شامل ہیں ۔ نمکوں کے علاوہ دیگر تعدیلی اشیاء مثلاً شکر، الکوہل، یوریا

(Urea) غیر برق پاشیدے ہیں۔ صحیح طور پر ان اقسام کے مابین کوئی صحیح حدِّ فاصل نہیں ہے۔ بعض اشیاء ایسی موجود ہیں جنہیں کسی خاص قسم میں شامل کرنا دشوار ہے۔ فارق امتیاز در اصل درجۂ موصلیت پر مبنی ہے جس میں کوئی فوری انقطاع نہیں پایا جاتا۔ پس ہم کہ سکتے ہیں کہ برق پاشیدوں کے معیاری آبی محلول، عمدہ موصل۔ نیم برق پاشیدوں کے معیاری آبی محلول، ناقص موصل اور غیر برق پاشیدوں کے، بہت کمزور موصل یا تقریباً غیر موصل ہوتے ہیں۔ مثلاً معیاری " ہائیڈروکلورک ترشہ" کی موصلیت، معیاری "ایسیٹک ترشہ" کی موصلیت کے بہ نسبت دو سو گنا زیادہ ہے۔ اور اس کی موصلیت، الکوہل کے معیاری آبی محلول کے بہ نسبت کئی سو گنا زیادہ ہے۔ طالب علم کو یہ بات یاد رکھنی چاہیئے کہ اگرچہ کمزور ترشے اور اساسیں، بجائے خود نیم برق پاشیدے ہیں لیکن ان کے نمک عمدہ برق پاشیدے ہیں۔ مثلاً معیاری پوٹاسیئم ایسیٹیٹ (Potassium acetate) کی موصلیت، ایسیٹک ترشہ کے بہ نسبت ۵۰ گنا زیادہ ہے اور معیاری " امونیئم کلورائیڈ" کی موصلیت، معیاری امونیا کے بہ نسبت سو گنا سے بھی زیادہ ہے۔ اس رابطہ کا لحاظ نہ کرنے سے یا اسے فراموش کر دینے سے، بسا اوقات فاحش غلطیاں سرزد ہوئی ہیں۔ اس لئے طالب علم کو واجب ہے کہ اسے اپنے حافظہ میں بخوبی محفوظ کر لے۔

جب سلفیورک ترشہ کے آبی محلول کی برق پاشیدگی کی جاتی ہے اور ایلکٹروڈ (Electrode) یعنی برقیرہ پلاٹینم یا کسی اور کیمیائی عمل کے مزاحم شئے کے بنے ہوتے ہیں تو جیسا کہ اوپر بیان کیا جا چکا ہے، آکسیجن ایک برقیرہ پر اور ہائیڈروجن دوسرے برقیرہ پر نمودار ہوتی ہے۔ جس برقیرہ پر آکسیجن ظاہر ہوتی ہے وہ مثبت یا زبر برقیرہ (اینوڈ) کہلاتا ہے اور برقی مورچہ کے مثبت قطب سے مربوط ہوتا ہے۔ وہ برقیرہ جس پر ہائیڈروجن ظاہر ہوتی ہے، منفی یا زیر برقیرہ (کیتھوڈ) کہلاتا ہے اور مورچہ کے منفی قطب سے مربوط ہوتا ہے۔ فیراڈے نے یہ امر دریافت

کیا تھا کہ کسی ایسی برق پاشیدگی میں، تحلیلی حاصل کی مقدار، مقدارِ برق کے متناسب ہوتی ہے۔ یہاں ہم مقدارِ مادّہ اور مقدارِ برق کے درمیان ایک صحیح تناسب دیکھتے ہیں۔ مثلاً برق رَو سے حاصل شدہ ایک گرام ہائیڈروجن برق پاشیدے میں سے ۹۶۵۴۰ "کولمب" برق یا ایک "فیراڈے" کے بہنے سے پیدا ہوتی ہے۔ اگر صرف ہائیڈروجن حاصل ہو تو بلا لحاظ اس امر کے کہ برقی رَو طاقتور ہو یا کمزور، تحلیل تیز ہو یا سست، سلفیورک ترشہ کا محلول مرتکز ہو یا ہلکا، نتیجہ ہمیشہ واحد ہوتا ہے یعنی برق کی ایک معین مقدار سے ہمیشہ ہائیڈروجن کی ایک مستقل مقدار حاصل ہوتی ہے۔ جو کچھ یہاں ہائیڈروجن کے متعلق کہا گیا ہے وہی دوسرے عناصر یا اصلیوں پر صادق آتا ہے۔ نیلے تھوتھے (کاپر سلفیٹ) کے محلول سے برق کی ایک معین مقدار سے کیتھوڈ (یعنی زیریں برقیرہ) پر ہمیشہ تانبے کی ایک معین مقدار مطروح ہوتی ہے۔ ہائیڈروجن یا تانبے کا کیمیائی رَو پیما، جس کی وساطت سے مقدارِ برق کی تخمین، آزاد شدہ ہائیڈروجن یا تانبے کے ذریعہ سے کی جاتی ہے، اسی اصول پر مبنی ہے۔

ہائیڈروجن کی مقدار، جو ایک معین مقدارِ برق سے حاصل ہوتی ہے نہ صرف برق پاشیدے محلول کے ارتکاز اور تپش وغیرہ پر منحصر نہیں ہوتی بلکہ منحل کی ماہیت پر بھی منحصر نہیں ہوتی بشرطیکہ منحل اس قسم کا ہو کہ اس میں سے ہائیڈروجن حاصل ہو سکے۔ مثلاً اگر ایک ہی برقی رَو، سلفیورک ترشہ، ہائیڈروکلورک ترشہ اور سوڈیم سلفیٹ کے ہلکے محلولات میں سے گزاری جائے تو ہر ایک محلول میں سے ہائیڈروجن کی مساوی مقدار حاصل ہوگی۔

اگر سلفیورک ترشہ کے ہلکے آبی محلول میں، معمولی طاقت کی برقی رَو گزاری جائے اور آزاد شدہ آکسیجن اور ہائیڈروجن کے حجموں کا مقابلہ کیا جائے تو ہائیڈروجن کا حجم آکسیجن کے حجم سے دوگنا ہوتا ہے بشرطیکہ ابتدائی ضمنی تعاملوں سے بچنے کی خاطر برقی رَو حجموں کی پیمائش

ہر ایک برق پاشیدے میں، مادہ دونوں برقیروں کی طرف حرکت کرتا ہے، وہ مادہ جو اینوڈ کی طرف جاتا ہے، **اینایون** (Anion) اور وہ مادہ جو کیتھوڈ کی طرف جاتا ہے **کیٹایون** (Cation) کہلاتا ہے۔ کسی خاص حالت میں یہ معلوم کرنا کہ ایون (Ion) درحقیقت کیا ہیں، کوئی آسان امر نہیں ہے اور ہمارے موجودہ خیالات، اس بارے میں فیراڈے کے خیالات کے عین مطابق نہیں ہیں۔ بہرکیف، مفصلۂ ذیل نظام، بجائے خود مکمل ہے۔ اس میں کسی قسم کا تصادم نہیں پایا جاتا اور اس کی وساطت سے جمہور مظاہر کی تسلی بخش توجیہ کی جا سکتی ہے۔ وہ کسی ترشہ کے آبی محلول میں، کیٹایون ہائیڈروجن اور اینایون ترشئی اصلیہ ہوتا ہے۔ کسی اساس کے آبی محلول میں، کیٹایون دھات یا دھاتی اصلیہ مثلاً امونیئم NH_4، اور اینایون ہائیڈراکسل، OH ہوتا ہے۔ کسی نمک کے آبی محلول میں، کیٹایون دھات یا دھاتی اصلیہ اور اینایون ترشئی اصلیہ ہوتا ہے۔ کیٹایون مثبت برق کے حامل ہوتے ہیں اور اس لئے منفی برقیرہ یا کیتھوڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ برعکس اس کے اینایون منفی برق کے حامل ہوتے ہیں اور اس لئے مثبت برقیرہ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ متعدد واقعات اس امر کی طرف رہنمائی کرتے ہیں کہ آبی محلول میں ائیون (Ion) آبیدہ ہوتے ہیں لیکن بساطت کے خیال سے ہم ائیونوں کو بسیط مثبت اور منفی اصلیے تصور کر سکتے ہیں۔

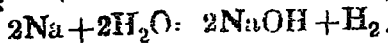
اگر ہم یہ فرض کریں کہ یک اساسی ترشوں، یک ترشئی اساسوں اور ان کے نمکوں میں، ہر ایک "گرام ائیون" پر، برق کی مقدار جو مخالف بار والے برقیرہ کے پاس پہنچ کر کھو دیتا ہے، ایک "فیراڈے" کے مساوی ہوتی ہے، تو برق پاشیدے کے کئی مظاہر کی توجیہ بخوبی کی جا سکتی ہے۔ مثال کے طور پر ہائیڈروکلورک ترشہ کے ہلکے آبی محلول پر غور کرو۔ یہاں مثبت ائیون، ہائیڈروجن اور منفی ائیون کلورین ہوتا ہے اور یہ خیال کیا جاتا ہے کہ موصلیت میں پانی کچھ حصہ نہیں لیتا۔ ہائیڈروجنی ائیون کے

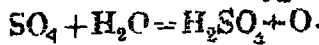
ہر ایک گرام کا برقی بار مثبت برق کے ایک "فیراڈے" کے برابر ہوتا ہے اور یہ منفی برقیرہ کی طرف حرکت کرتا ہے۔ وہاں پہنچ کر یہ اپنے بار سے سبکدوش ہوجاتا ہے اور معمولی ہائیڈروجن بن جاتا ہے۔ یہ ہائیڈروجن برقیرہ پر آزاد ہوجاتی ہے۔ جس وقت یہ واقعہ منفی برقیرہ پر ہو رہا ہوتا ہے منفی برق کی ایک مساوی مقدار، لازماً مثبت برقیرہ پر معدل ہونی چاہیے کیونکہ برقی دور کے تمام حصوں میں ایک ہی برقی رو گذرتی ہے۔ منفی برق کی یہ مقدار منفی اسلیے کے گرام معادل سے یعنی ۳۵٫۵ گرام کلورین سے حاصل ہوتی ہے۔ برقی بار سے سبکدوش ہونے کے بعد کل کلورین بالعموم بحیثیت کلورین مثبت قطب پر نمودار نہیں ہوتی۔ اگر "ہائیڈروکلورک ترشہ" کا محلول مرتکز ہو تو فارغ از بار کلورین کا زیادہ حصہ آزاد ہوجاتا ہے۔ لیکن ہلکے محلول میں، کلورین محلول کے پانی پر حملہ کرکے ہائیڈروجن سے متحد ہوجاتی اور آکسیجن کی معادل مقدار آزاد کردیتی ہے۔ بالعموم آکسیجن اور کلورین دونوں پیدا ہوتے ہیں لیکن اگر دونوں کی صحیح پیمائش کی جائے تو دونوں مل کر منفی قطب پر آزاد شدہ ہائیڈروجن کے معادل ہوتے ہیں۔

اگر برق پاشیدہ محلول، سوڈیم سلفیٹ کا آبی محلول ہو تو مثبت ائیون سوڈیم اور منفی ائیون SO_4 ہوتا ہے۔ سوڈیم سلفیٹ کے ضابطہ سے عیاں ہے کہ ایک SO_4 ائیون دو سوڈیم ائیون کے معادل ہوتا ہے۔ پس سوڈیم ائیون کے ہر ۲۳ گرام کے لئے، جو مثبت برق کا ایک فیراڈے کھوتے ہیں، سلفیٹ ائیون کے ۹۶ گرام کی نصف مقدار، منفی برق کا ایک فیراڈے کھوئیگی۔ برق پاشیدوں کی بحث میں ہم دیکھیں گے کہ کیمیائی ضابطہ میں ائیونوں کے برقی باروں کا ذکر کردینے سے سہولت پیدا ہوتی ہے۔ مثبت برق کے ایک "فیراڈے" کا ہر ایک بار، مثبت ائیون کی "گرام۔ علامت" پر ایک نقطہ ڈالنے سے تعبیر کیا جائیگا۔ اور منفی برق کے ایک "فیراڈے" کا ہر ایک بار، منفی ائیون کی "گرام۔ علامت" پر ایک آڑا خط کھینچنے سے تعبیر

کیا جائیگا - بناء بریں سوڈیم سلفیٹ کا ضابطہ Na_2SO_4 اور معمولی نمک (سوڈیم کلورائیڈ) کا ضابطہ NaCl لکھا جاتا ہے۔

سوڈیم اور سلفیٹ اصلیے پانی کی موجودگی میں اپنی آزادانہ ہستی قائم نہیں رکھ سکتے - اس لئے یہ اشیاء بطور برق پاشیدگی کے حاصلوں کے دستیاب نہیں ہوتیں - بلکہ جو اشیاء پانی کے اوپر ان کے عمل سے حاصل ہوتی ہیں وہ دستیاب ہوتی ہیں - پانی کے اوپر سوڈیم کے عمل سے مساوات ذیل کے مطابق ہائیڈروجن اور سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ (Sodium hydroxide) پیدا ہوتے ہیں :-

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2.$$

اور پانی کے اوپر سلفیٹ اصلیہ کے عمل سے، مساوات ذیل کے مطابق سلفیورک ترشہ اور آکسیجن پیدا ہوتے ہیں :-

$$SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O.$$

یہ مساواتیں پانی کے اوپر فارغ از بار ائیونوں کی معادل مقادیر کے عمل کو ظاہر کرتی ہیں اس لئے حاصل شدہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کی مقادیر بھی معادل ہوتی ہیں - اس توجیہ کے مطابق اینوڈ (Anode) کے گرد محلول ترشئی ہو جانا چاہیے اور کیتھوڈ (Cathode) کے گرد قلوی - اس کی تصدیق بآسانی ممکن ہے - اگر مائع کے اندر نفوذ روکنے کے لئے مناسب احتیاطیں برتی جائیں تو اینوڈ پر جمع شدہ سلفیورک ترشہ کی مقدار کیتھوڈ پر جمع شدہ کاوی سوڈے کے عین معادل ہوتی ہے۔

ترشوں، اساسوں اور نمکوں سے حاصل شدہ ائیونوں کے لئے، اسماء کے ایک ایسے نظام سے، جو ائیونوں کو بطور ذرات ظاہر کرنے کے بجائے انہیں بطور ائیونی اشیاء کے ظاہر کرے، بہت سہولت مترتب ہوتی ہے - مندرجہ ذیل نظام، جس میں اسماء براہ راست ائیونائیز شدہ (Ionised) نمکوں سے مشتق ہیں، عام طور پر رائج ہے - مثبت ائیونوں کے اسماء نمکوں، اساسوں یا ترشوں کے مثبت اصلیوں کے ناموں سے آخری حصہ ہٹا کر، لاحقہ ائیون (-ion)

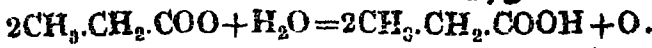
لگانے سے حاصل ہوتے ہیں مثلاً ہائیڈرائیون (Hydrion) $H^{\cdot}$
سوڈائیون (Sodion) یا نیٹرائیون (Natrion) $Na^{\cdot}$
کلس ائیون (Calcion) $Ca^{\cdot\cdot}$ ارجنٹ ائیون (Argention) $Ag^{\cdot}$
امّون ائیون (Ammonion) $NH_4^{\cdot}$، وغیرہ۔ جب کوئی اصلیہ
مثلاً لوہا، Fe دو قسم کے نمکوں میں موجود ہوتا ہے تو ایسے نمکوں کے
مثبت ائیون، برقی گرفت ظاہر کرنے والے سرلفظ (Prefix) کی وساطت
سے باہم دگر امتیاز کئے جاتے ہیں مثلاً ڈائی فیرائیون (Diferrion) $Fe^{\cdot\cdot}$
ٹرائی فیرائیون (Triferrion) $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ تمام منفی اصلیوں
کے انگریزی نام لاحقہ "ایٹ" (-ate)، "آئٹ" (-ite) یا "آئیڈ"
(-ide) پر ختم ہوتے ہیں۔ ان لاحقوں کے مطابق، منفی ائیون کے نام
علی الترتیب "اینائیون" (-Anion) اوزائیون (-Osion) اور
آئیڈ ائیون (-idion) پر ختم ہوتے ہیں۔ مثلاً حسب ذیل نام
سلفانائیون (Sulphanion) SO_4''، سلفوزائیون (Sulphosion) SO_3''
سلفائیڈ ائیون (Sulphidion) S''، ہائیڈروسلفائیڈ ائیون (Hydrosulphidion) HS'،
کاربانائیون (Carbanion) CO_3''،
ہائیڈراکسائیڈ ائیون (Hydroxidion) OH' وغیرہ مستعمل ہیں۔ ان
اسماء کے استعمال سے ہم کہہ سکتے ہیں کہ سوڈیم کلورائیڈ کے محلول میں
فی لیٹر اتنے گرام غیر ائیونائیز شدہ سوڈیم کلورائیڈ، اتنے گرام سوڈ ائیون
(Sodion) اور اتنے گرام کلورائیڈ ائیون (Chloridion) موجود
ہوتے ہیں۔ اس طور سے ہم ائیونائیزیشن کے حاصلوں کا ذکر، معمولی
اشیاء کی طرح کر سکتے ہیں جس کے متعدد فوائد ہیں۔

مصرحۂ بالا بیان میں یہ بات فرض کرلی گئی ہے کہ فارغ از بار ائیون،
برقیروں کے مواد پر حملہ نہیں کرتے۔ اگر برقیرے پلاٹینم کے یا کثیف موصل کاربن کے بنے ہوں
جیسا کہ عملی طور پر اکثر کیا جاتا ہے تو یہ شرط عملاً پوری ہوجاتی ہے۔ اگر ہم
کسی نقرئی نمک مثلاً سلور نائیٹریٹ (Silver Nitrate) کے

محلول کی دو نقرئی تقیریوں کے درمیان برق پاشیدگی کرانے پر تو ارجنٹ
ایون Ag (Argention) منفی قطب یعنی چاندی پارے سے
فارغ اور مطروح ہو جاتا ہے اور اس کے ساتھ ہی [illegible] اپنا ایون
NO_3' (Nitranion) کی معادل مقدار مثبت نقرئی تقیری پر مطروح
ہو جاتی ہے۔ اس حالت میں نائٹریٹ اصلیہ [illegible] آزاد صامیہ
کے آزاد ہوتا ہے اور نہ پانی پر عمل کرتا ہے بلکہ چاندی سے متحد ہو کر
سلور نائٹریٹ (Silver Nitrate) بناتا ہے۔ پس اس حالت
میں کل برق پاشیدگی کا عمل اینوڈ (Anode) سے کیتھوڈ (Cathode)
تک چاندی کے انتقال اور تقیریوں کے گرد سلور نائٹریٹ کے ارتکاز
کے تغیر پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایسا عمل برقی ملمع کاری میں [illegible] جہاں
اینوڈ چاندی کا ہوتا ہے اور کیتھوڈ وہ چیز ہوتی ہے جس پر چاندی کا ملمع چڑھانا
مقصود ہوتا ہے۔ نقرئی نمک اس صنف کا منتخب ہوتا ہے کہ ملمع کرنے کی
چیز کی سطح پر چاندی کی ایک ملتصق تہ حاصل ہو جائے۔ عام طور پر یہ چاندی
اور پوٹاسیم کا دوہرا سائنائیڈ (Cyanide) ہوتا ہے۔

ہائیڈروکلورک ترشہ کے ہائیڈروجنی ایونوں سے ہائیڈروجن
گیس کی صورت میں فارغ اور آزاد ہونا عیاں ہے کیونکہ ہائیڈروکلورک
ترشہ کے ہر ایک سالمہ [illegible] ہائیڈروجن کا صرف ایک جوہر حاصل ہو سکتا
ہے۔ پس [illegible] آزاد ایون ایک دوسرے کے ساتھ
تعامل کرتے ہیں۔ یہ کوئی عجیب [illegible] نہیں ہے۔ اور کاربوکسیلک
(Carboxylic) ترشوں [illegible] آزاد منفی ایونوں کے اعمال
میں سب سے زیادہ نمایاں ہے۔ مثلاً اگر ہم پوٹاسیم پروپیونیٹ
(Potassium Propionate) کی برق پاشیدگی کریں تو مثبت
ایون K' کیتھوڈ کی طرف اور منفی ایون پروپانائیون (Propanion)
$CH_3.CH_2.COO$ اینوڈ کی طرف جاتا ہے۔ بار سے فارغ پوٹاسیم ایون حسب
معمول پانی پر عمل کرتا ہے اور پوٹاسیم ہائیڈروآکسائیڈ (Potassium)

اور ہائیڈروجن پیدا ہوتے ہیں۔ فارغ از بار منفی ایون (hydroxide) متعدد طریقوں سے عمل کرتا ہے۔ اس کا ایک جزو پانی پر عمل کرتا ہے جس سے ترشہ اور آکسیجن پیدا ہوتے ہیں :۔

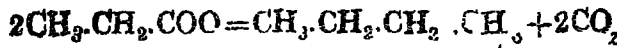
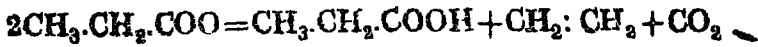
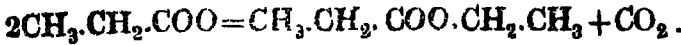
$$2CH_3.CH_2.COO + H_2O = 2CH_3.CH_2.COOH + O.$$

لیکن موافق حالات کے تحت فارغ از بار اینائیون ایک دوسرے کے ساتھ مندرجۂ ذیل مساواتوں کے مطابق تعامل کرتے ہیں :۔

$$2CH_3.CH_2.COO = CH_3.CH_2.CH_2.CH_3 + 2CO_2$$

بوٹین (Butane)

$$2CH_3.CH_2.COO = CH_3.CH_2.COOH + CH_2: CH_2 + CO_2$$

(Ethylene)

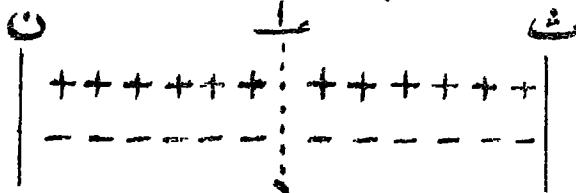
$$2CH_3.CH_2.COO = CH_3.CH_2.COO.CH_2.CH_3 + CO_2.$$

(Ethyl Propionate)

حاصل شدہ ایتھل پروپیونیٹ (Ethyl Propionate) کی مقدار زیادہ نہیں ہوتی لیکن دوسری حالتوں میں متناظر مرکب کی معتد بہ مقدار حاصل ہوتی ہے۔ بوٹین (Butane) بھی ایک ضمنی حاصل ہے کیونکہ اصلی اشیاء کاربن ڈائی آکسائیڈ اور ایتھی لین (Ethylene) بنتی ہیں۔ دوسرے ترشوں کی حالت میں وہ مرکبات جو بوٹین کے متناظر ہیں اینائیونوں کے تعامل حاصل کا بیشتر حصہ ہوتے ہیں۔

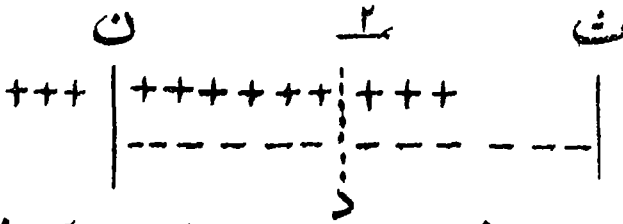
برقیروں کی طرف مقابل سمتوں میں ائیونوں کے انتقال کے متعلق ہٹارف (Hittorf) نے تجربی طریقہ سے کلیے دریافت کئے تھے۔ اوپر ذکر ہو چکا ہے کہ جب سلور نائٹریٹ کے محلول کی نقرئی برقیروں کے درمیان برق پاشیدگی کی جاتی ہے تو صرف اسی قدر تغیر وقوع پذیر ہوتا ہے کہ اینوڈ سے کیتھوڈ تک چاندی منتقل ہوتی ہے اور دونوں برقیروں کے گرد نقرئی نمک کا ارتکاز متغیر ہو جاتا ہے۔ مناسب وضع کے آلہ میں جہاں دونوں برقیروں کے درمیان

حل شدہ نمک کا حیلی عمل روکا جا سکے ' برقیروں کے آس پاس ' ارتکاز کا صحیح تغیر معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اور اس تغیر سے دونوں ائیونوں کی اضافی رفتاریں محسوب کی جا سکتی ہیں۔

محض سرسری طور پر غور کرنے سے ' یہ خیال پیدا ہو سکتا ہے کہ اینائیون اور کیٹائیون کی رفتار لازماً ایک ہونی چاہیئے کیونکہ وہ متقابل برقیروں پر مُعادل مقداروں میں آزاد ہوتے ہیں۔ مثلاً سلور نائیٹریٹ کے محلول میں کیتھوڈ پر ہر ایک تفریغی ائیون کی تفریغ کے ساتھ اینوڈ پر ایک نائیٹریٹ آئیون کی تفریغ ہوتی ہے۔ جیسا کہ مصرحۂ ذیل بحث سے واضح ہوگا تفریغ کا تعادل ' دونوں ائیونوں کی ہر ایک اضافی شرح حرکت کے لئے قائم رہ سکتا ہے۔ یہاں ' مثبت ائیون علامت + اور منفی ائیون علامت – سے تعبیر کیئے گئے ہیں۔ ث ' مثبت برقیرہ یا اینوڈ ہے اور ن منفی برقیرہ یا کیتھوڈ ہے۔ اور حملی رو میں روکنے کے لئے محلول میں ایک متخلخل دیافرغمہ د استعمال کیا گیا ہے جیسا کہ ترتیب ۱ میں دکھایا گیا ہے :- فرض کرو کہ ابتداءً دیافرغمہ کے دونوں طرف چھ چھ سالمے ہیں۔

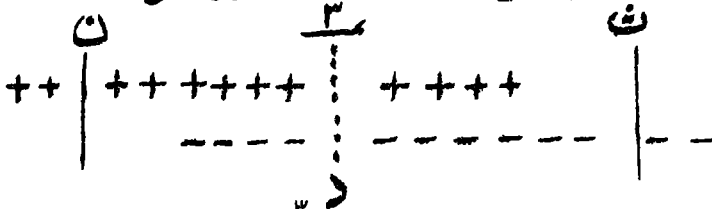
ن		۱		ث
	+ + + + + +	⋮	+ + + + + +	
	– – – – – –	⋮	– – – – – –	
		د		

اس طور سے ' برقی رو کے گزرنے سے قبل ' محلول کے دونوں خطوں کے اندر ارتکاز ۶ سے تعبیر کیا جا سکتا ہے۔ فرض کرو کہ اب ایک برقی رو گزاری جاتی ہے اور صرف مثبت ائیون حرکت کر سکتے ہیں اور منفی ائیون اپنی اصلی جگہوں پر ساکن رہتے ہیں۔ ذیل میں (۲) وہ حالت ظاہر کی گئی ہے جب کہ ۲ کیٹائیون ' اینوڈی خطہ سے نکل کر دیافرغمہ میں سے گزرتے ہیں اور کیتھوڈی خطہ میں آجاتے ہیں :-

ن ۲ ش

+++ | +++++++ ⁞ +++ |
| ------- ⁞ ------ |
د

ہرایک ائیون، جس کا رفیق موجود نہیں ہے، فارغ از بار اور آزاد فرض کیا جاتا ہے۔ ترتیب ۲ سے واضح ہے کہ گو منفی ائیون غیر متحرک رہے ہیں تاہم آزاد شدہ مثبت اور منفی ائیونوں کی تعداد مساوی ہے۔ کامل سالموں کی تعداد، کیتھوڈی خطّہ میں غیر متغیر رہی ہے لیکن اینوڈی خطّہ میں ۶ کے بجائے ۳ رہ گئی ہے۔

اب فرض کرو کہ دونوں قسم کے ائیون، ایک ہی شرح سے حرکت کرتے ہیں یعنی ہر ایک مثبت ائیون جب دیافرغمہ میں سے بائیں جانب گزرتا ہے تو ساتھ ہی ایک منفی ائیون اس کی متضاد سمت میں دیافرغمہ میں سے گزرتا ہے۔ اگر دونوں اقسام کے چار چار ائیون فارغ از بار ہوں تو صورتِ حال کی تعبیر ترتیب ۳ کے مطابق ہوگی :-

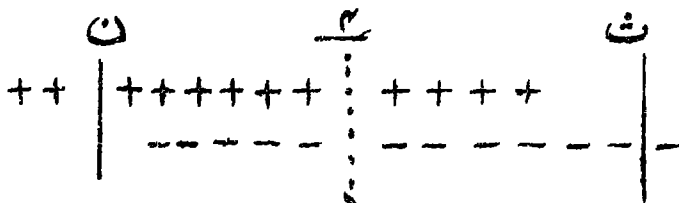
ن ۳ ش

++ | ++ ++++ ⁞ ++++ |
| ---- ⁞ ------ | --
د

اس حالت میں، ارتکاز کا تغیر دونوں خطّوں میں مساوی ہے یعنی ارتکاز ۶ کے بجائے ۴ رہ گیا ہے۔

اب فرض کرو کہ مثبت ائیون کی رفتار، منفی ائیون کے بہ نسبت دوگنا زیادہ ہے یعنی جتنی دیر میں دو مثبت ائیون، دیافرغمہ میں سے بائیں جانب گزرتے ہیں، اتنی دیر میں صرف ایک منفی ائیون، دیافرغمہ میں سے دائیں جانب گزرتا ہے۔ جب ہر ایک قسم کے تین ائیون فارغ ہو چکتے ہیں تو حالات کی تعبیر ترتیب ۴ کے مطابق ہوتی ہے :-

ث ۴ ن

++ | +++++++ : ++++ |
| ------ : ------- | -

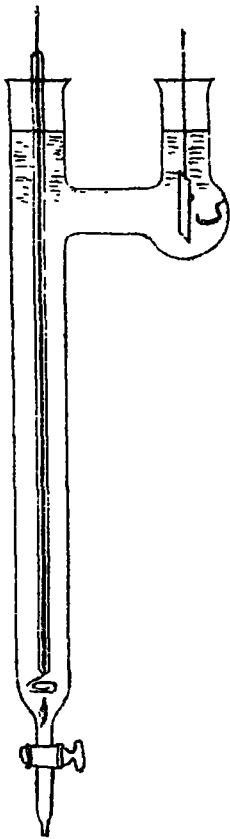
ذ

اِس صورت میں، ارتکاز کا تغیر کیتھوڈی خطّہ میں ۶ سے ۵ اور اینوڈی خطّہ میں ۶ سے ۴ ہو جاتا ہے۔

ان رسموں سے ظاہر ہے کہ محلول کے دو خطّوں میں سے کسی خطّہ میں نقصانِ ارتکاز، اِس خطّہ میں سے خارج ہونے والے ائیون کی رفتار کے متناسب ہوتا ہے۔ مثلاً آخری مثال میں، جہاں اینوڈی خطّہ میں سے کیٹائیونوں کا اخراج، کیتھوڈی خطّہ میں سے اینائیونوں کے اخراج کے بہ نسبت دوگنا تیز ہے، لہٰذا اتنے ہی وقت میں اینوڈ کے گرد نقصانِ ارتکاز، کیتھوڈ کے گرد کے نقصانِ ارتکاز کے بہ نسبت دوگنا ہے۔ اگر دونوں ائیون ایک ہی شرح سے متحرک ہوں تو دونوں خطّوں میں نقصانِ ارتکاز ایک ہی ہوتا ہے جیسا کہ ۳ میں دکھایا گیا ہے۔ بناء بریں، دونوں برقیروں کے پاس مشاہدہ کردہ تنزّلِ ارتکاز سے، دونوں ائیونوں کی رفتار کا تناسب حسبِ ذیل قاعدہ سے دریافت کیا جا سکتا ہے:—

$$\frac{\text{اینوڈ کے پاس تنزّلِ ارتکاز}}{\text{کیتھوڈ کے پاس تنزّلِ ارتکاز}} = \frac{\text{کیٹائیون کی رفتار}}{\text{اینائیون کی رفتار}}$$

یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیئے کہ اینوڈ کے پاس سے کیٹائیون خارج ہو جاتا ہے اور اس برقیرہ کے گرد تنزّلِ ارتکاز کا باعث ہوتا ہے۔

عملی تجربہ میں حالات، مذکورۂ بالا حالات سے قدرے مختلف ہوتے ہیں۔ مثلاً سلور نائیٹریٹ کے ائیونوں کی اضافی رفتاریں، بسہولت اس آلہ کی مدد سے جس کا خاکہ شکل ۴ میں دکھایا گیا ہے، تخمین کی جا سکتی ہیں۔ اس آلہ میں دیا فرغمہ کی ضرورت نہیں ہے کیونکہ برتن کی مخصوص وضع

کے باعث آمیزش کا احتمال بہت کم ہے۔ برتن کے دونوں حصّے ایک چھوٹی چوڑی نلی کے ذریعہ سے مربوط ہیں۔ لمبے حصہ کے نچلے سرے پر ایک ٹونٹی لگی ہے۔ چھوٹے حصہ کے اندر کیتھوڈ ک نقرئی پترے کا ایک ٹکڑا ہوتا ہے جو مور چہ کے تار کے ساتھ ایک نقرئی تار کے ذریعہ سے مربوط ہوتا ہے۔ اینوڈ ا ایک نقرئی تار ہوتا ہے جو ایک چپٹے مرغولہ کی شکل میں موڑ لیا جاتا ہے۔ مرغولہ کو چھوڑ کر اس تار کا تمام سیدھا حصہ شیشے کی ایک تنگ شعری نلی میں سے گزارا جاتا ہے تاکہ تار جب آ میں سلور نائیٹریٹ کے محلول میں ڈبویا جاتا ہے تو شعری نلی اس کو محلول سے محفوظ رکھے۔ کمزور برقی رَو، برقیروں کے درمیان، سلور نائیٹریٹ کے محلول میں سے جو تمام برتن میں بھرا ہوتا ہے گزاری جاتی ہے۔ مقدارِ برق کی تخمین کسی کیمیائی رَو پیما یا مناسب قسم کے کسی اور آلہ کی وساطت سے کی جاتی ہے۔ چند گھنٹوں کے بعد نصف محلول، اینوڈ کے پاس کی ٹونٹی کو کھول کر، احتیاط سے نکال لیا جاتا ہے۔ حل شدہ چاندی کی مقدار کیمیائی امتحان سے تخمین کی جاتی ہے اور اس کا مقابلہ "سلور نائیٹریٹ" کے ابتدائی ارتکاز کے ساتھ

شکل ۳

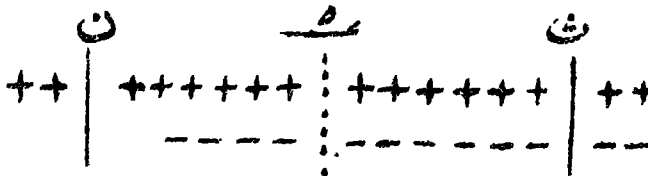
کیا جاتا ہے۔

اس صورت میں، اینوڈ کے گرد، ارتکاز بالکل نہیں گھٹتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ گو نقرئی ائیون، اینوڈی حصہ سے خارج ہوتے ہیں مگر ہر ایک "نائٹریٹ" ائیون جو اینوڈ تک آتا ہے، اینوڈ میں سے ایک نقرئی ائیون "سلور نائٹریٹ" بنانے کے لئے حل کر لیتا ہے۔ اس فرضیہ کے مطابق کہ ائیون ایک ہی رفتار سے حرکت کرتے ہیں، محلول کی حالت ترتیب نمبر ۵ سے تعبیر کی جا سکتی ہے جو ترتیب نمبر ۳ کے مشابہ ہے:-

ن ــــــــ ش ــــــــ ش

++ | ++++++ : ++++++ | ++

| ---- : ------ | --

ذ

کیتھوڈ کے پاس، ارتکاز پہلے کی طرح ۶ سے گھٹ کر ۴ ہوا ہے لیکن اینوڈ کے پاس ارتکاز ۶ سے ۸ تک بڑھ گیا ہے اور کامل سالموں کی مجموعی تعداد برقی رَو کے مرور سے قبل اور بعد ایک ہی ہے۔ یہ امر دریافت کرنا کہ کتنے کیٹائیون دیافرغمہ کے پار بائیں جانب گئے ہیں اور اس طور سے یہ دریافت کرنا کہ اگر برقیرہ سے چاندی حل نہ ہوتی تو اینوڈ کے گرد ارتکاز کا تنزل کس قدر ہوتا، آسان ہے۔ کیمیائی رو پیما سے محلول میں سے گزرنے والی برق کی مقدار یعنی منفی ائیونوں کی تعداد جو اینوڈ پر فارغ از بار ہوتے ہیں معلوم ہو سکتی ہے۔ مثال بالا میں یہ تعداد ۴ ہے۔ ہر ایک منفی اینوڈ کے عوض اینوڈ پر "سلور نائٹریٹ" کا ایک سالمہ نمودار ہوتا ہے۔ اگر کوئی کیٹائیون اینوڈی خطہ میں سے خارج نہ ہوتا تو ارتکاز کی زیادتی ۴ کے برابر ہوتی لیکن واقعی بیشی صرف ۲ ہے۔ اس لئے اگر چاندی، اینوڈ سے حل نہ ہوتی تو تنزل ارتکاز ۲ ہوتا بعبارۂ اُخریٰ جتنی دیر میں، دیافرغمہ کے پار ۲ اینائیون دائیں جانب گزرے ہیں اتنی دیر میں ۲ کیٹائیون بائیں جانب گزرے ہیں۔

ایک تجربہ میں برقی رَو گزرنے سے ایک نقرئی کیمیائی رو پیما میں ۳۲٫۲ ملی گرام چاندی مطروح ہوئی تھی۔ شکل ... سے مشابہ آلہ کے اندر "سلور نائیٹریٹ" کے محلول میں گزاری گئی تھی۔ کیتھوڈ پر تنزل ارتکاز "سلور نائیٹریٹ" کی شکل میں ۱۶٫۸ ملی گرام چاندی کے مساوی تھا اور اینوڈ پر ارتکاز کی زیادتی اسی کے مساوی تھی کیونکہ حل شدہ "سلور نائیٹریٹ" کی مجموعی مقدار لازماً غیر متغیر رہی تھی۔ اگر اینوڈ سے نقرئی ایئون منتقل نہ ہوتے تو ارتکاز میں ترقی ۳۲٫۲ ہوتی۔ پس اس طور پر ایئونوں کے انتقال کے باعث تنزل ۳۲٫۲ - ۱۶٫۸ = ۱۵٫۴ ہے اور

$$\frac{\text{کیٹائیون (چاندی Ag) کی رفتار}}{\text{اینائیون (نائیٹریٹ } NO_3\text{) کی رفتار}} = \frac{\text{اینوڈ کے پاس تنزل ارتکاز}}{\text{کیتھوڈ کے پاس تنزل ارتکاز}}$$

$$= \frac{۱۵٫۴}{۱۶٫۸}$$

$$= ۰٫۹۱۶$$

کسی شے کے ایئونوں کی رفتاروں کے تناسب سے ان ایئونوں کے اعدادِ منتقلی کا محسوب کرنا ایک آسان امر ہے۔ یہ اصطلاح ہٹارف[۱] کی وضع کردہ ہے۔ اگر صرف مثبت ایئون حرکت کریں جیسا کہ ترتیب ... میں دکھایا گیا ہے تو یہ ایئون کل مقدارِ برق لے جاتے ہیں کیونکہ منفی ایئون حمل و نقل میں کچھ حصہ نہیں لیتے۔ اگر دونوں قسم کے ایئون حرکت کریں تو وہ دونوں برق کے لے جانے میں حصہ لیتے ہیں اور چونکہ ایئونوں کے ہر ایک معادل کا برقی بار ایک ہی ہوتا ہے صاف ظاہر ہے کہ اس حمل و نقل میں ہر ایک کا حصہ اس کی رفتار کے متناسب ہوتا ہے۔ اگر $ر_1$ اور $ر_2$ علی الترتیب مثبت اور منفی ایئونوں کی انتقالی رفتاریں ہوں تو

$\frac{ر_1}{ر_1+ر_2}$ حمل و نقل میں کیٹائیون کے حصہ کو اور $\frac{ر_2}{ر_1+ر_2}$ اینائیون کے حصہ کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ اعداد ہٹارف کے اعدادِ منتقلی ہیں۔ مروّجہ دستور یہ ہے کہ اینائیون کا عددِ منتقلی ع سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ چونکہ اینائیون

[۱] Hittorf

اور کیٹائیون دونوں کے اعدادِ منتقلی $\frac{ر_۱}{ر_۱+ر_۲}$ اور $\frac{ر_۲}{ر_۱+ر_۲}$ کا حاصلِ جمع ۱ ہوتا ہے اس لئے کیٹائیون کا عددِ منتقلی ۱ ـ ع ہوگا۔ جیسا کہ اوپر مذکور ہے ائیونوں کے اعدادِ منتقلی کا تناسب ان کی رفتاروں کے تناسب کے مساوی ہوتا ہے۔ اس لئے

$$\frac{ر_۱}{ر_۲} = \frac{۱-ع}{ع}$$

اگر ہم ع کو رفتاروں کا تناسب $\frac{ر_۱}{ر_۲}$ = ن کی رقموں میں ظاہر کرنا چاہیں تو مساواتِ بالا سے

$$ع = \frac{۱}{۱+ن}$$

عددی مثال کے طور پر، ہم پھر "سلور نائیٹریٹ" کو لیتے ہیں۔ اس نمک کے لئے

$$ع = \frac{۱}{۱+۰٫۹۱۷} = ۰٫۵۲۲$$

یہ عدد، برقیروں کے گرد تنزلِ ارتکاز سے، جو ائیونوں کی رفتاروں کے تناسب ہوتا ہے، براہِ راست یوں حاصل کیا جا سکتا ہے:۔

$$ع = \frac{ر_۱}{ر_۱+ر_۲} = \frac{۱۶٫۸}{۱۶٫۸+۱۵٫۴} = ۰٫۵۲۲$$

نمکوں کے ہلکے محلولات کی موصلیت کے متعلق، اپنی تحقیقات کی بناء پر کوہلراؤش[1] نے نمک کی سالمی موصلیت اور اعدادِ منتقلی کے درمیان ایک بہت بسیط رابطہ قائم کیا تھا۔

---

[1] Kohlrausch

کسی محلول کی سالمی موصلیت م سے مراد، اِس کی نوعی موصلیت
ک (صفحہ ۱۰) اور مکعب سمروں میں محلول کے اُس حجم کا حاصل
ضرب ہے جس میں منحل کا ایک گرام سالمی وزن حل ہو۔ نمکوں کے
بہت ہلکے محلولات میں، سالمی موصلیت کی قیمت، محلول کے
ارتکاز سے غیر تابع ہوتی ہے۔ کوھلراؤش نے دریافت کیا کہ
یہ مستقل قیمت، مختلف نمکوں کے لئے، دو رقوم کی حاصل جمع تھی
جن میں سے ایک مثبت اصلیہ اور دوسری منفی اصلیہ پر یعنی مثبت
اور منفی ائیونوں پر منحصر تھی۔ کسی ایک نمک کے واردات پر غور کرنے
سے اُس نے دریافت کیا کہ دونوں ائیونوں کے لئے اِن رقوم کا
تناسب، اِن ائیونوں کی انتقالی رفتاروں کا تناسب تھا۔ اس لئے
مناسب اکائیوں کے انتخاب سے، بہت ہلکے نمکین محلولات کے
لئے، جن کی سالمی موصلیت مزید ہلکاؤ سے غیر تابع ہوتی ہے،
ذیل کا بسیط رابطہ

$$م = ر_1 + ر_2$$

قائم کیا جا سکتا ہے جہاں م سالمی موصلیت اور $ر_1$، $ر_2$ مثبت اور منفی
ائیونوں کی رفتاروں کے متناسب اعداد ہیں۔ اگر معمولی اکائیاں
سالمی موصلیت کے لئے استعمال کی جائیں تو اعداد $ر_1$ اور $ر_2$ ائیونوں
کی واقعی رفتاروں کو ظاہر نہیں کرتے۔ بعض صورتوں میں چونکہ رفتاروں
کی مطلق قیمتیں تخمین کی جا سکتی ہیں اور ان سے دوسروں کے لئے
بھی قیمتیں محسوب کی جا سکتی ہیں۔ توہ سے کسی معین تفاوت کے لئے
پانی یا کسی فالودہ نما شے کے اندر، رنگین ائیونوں کی رفتار، مناسب
حالات کے تحت مشاہدہ کی جا سکتی اور ناپی جا سکتی ہے۔ بے رنگ
ائیونوں کی رفتار بھی انعطاف نما کے تغیر کے مشاہدات سے، جب کہ
یہ ائیون محلول کے ایک حصہ سے دوسرے حصہ میں جاتے ہیں،
ناپی جا سکتی ہے۔ اس طور سے حاصل شدہ اضافی قیمتیں، سالمی

موصلیت کے متعلق کوہلراؤش کے مشاہدات سے حاصل کردہ قیمتوں سے بخوبی منطبق ہوتی ہیں۔

فہرست ذیل میں، ۱۸° م پر ہلکے آبی محلول میں، چند مشہور یک گرفتے ائیونوں کی رفتاریں، سمر فی ساعت کے حساب سے درج ہیں دراں حالیکہ ایک دوسرے سے ایک سنتی میٹر دور برقیروں کے درمیان قوۃ کا تفاوت ۱ "وولٹ" ہوتا ہے۔

کیٹائیون	
H	۱۰٫۸
K	۲٫۰۵
NH_4	۱٫۹۸
Na	۱٫۲۶
Ag	۱٫۶۶
اینائیون	
OH	۵٫۶
Cl	۲٫۱۲
I	۲٫۱۹
NO_3	۱٫۹۱
$C_2H_3O_2$	۱٫۰۴

فہرست بالا سے ظاہر ہے کہ تقریباً خالص پانی کے اندر، ائیون کی حرکت بہت سست ہوتی ہے۔ اگر ہم اُس قوت کا اندازہ لگائیں جو ایک گرام ہائیڈرائیون (Hydrion) کو پانی کے اندر، ایک سمر فی ثانیہ کی رفتار سے ڈھکیلنے کے لئے درکار ہوتی ہے تو معلوم ہوگا کہ وہ ۳۲۰،۰۰۰ ٹن کے وزن کے مساوی ہے۔ طبیعی کیمیا حصہ اول صفحہ ۲۵۹ کو الٹ کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ اس عدد کا رتبۂ مقدار تقریباً وہی ہے جو ولوجی و باؤ کے نظریہ کے ذریعہ "یوریا" (Urea) کی شرح نفوذ

سے تخمین کردہ متناظر عدد کا رتبۂ مقدار (۴۰،۰۰۰ ٹن) ہے۔

یہ امر قدرے موجب حیرت ہے کہ جب آئیونوں کے کسی سلسلے۔ مثلاً قلوی دھاتوں سے حاصل شدہ ائیونوں۔ کی رفتاروں کا ایک دُوسرے سے مقابلہ کیا جاتا ہے تو جن دھاتوں کے جوہری اوزان سب سے زیادہ ہوتے ہیں انہی کے آئیون سب سے زیادہ سریع السیر پائے جاتے ہیں۔ مثلاً "پوٹاس آئیون (Potassion)" سوڈ ائیون (Sodion) کے بہ نسبت اور یہ "لیتھ آئیون" (Lithion) کے بہ نسبت زیادہ سریع السیر ہے اور "سیز آئیون" (Caesion)" جو قلوی دھاتوں کا سب سے زیادہ بھاری آئیون ہے سب سے زیادہ تیز رفتار ہے۔ اس امر کی توجیہ یوں کی جاتی ہے کہ "لیتھ ائیون" (Lithion) کا درجۂ آبیدگی "سوڈ ائیون" کے درجۂ آبیدگی کے بہ نسبت اور موخر الذکر کا "پوٹاس ائیون" کے بہ نسبت، زیادہ ہے۔ اس فرضیہ کے مطابق لیتھیئم (Lithium) کے بنکوں کا مثبت آئیون، محض لیتھیئم نہیں ہوتا بلکہ لیتھیئم اور پانی کی ایک معتد بہ مقدار پر، جو اس کے ساتھ حرکت کرتی اور اس طور سے اس کی رفتار کو سست کرتی ہے، مشتمل ہوتا ہے۔

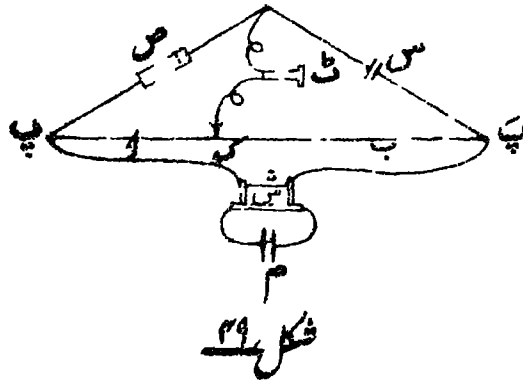
متذکرۂ بالا محرک قوتوں کی مقادیر کے تقریباً مساوی ہونے سے یہ احتمال ہوتا ہے کہ جو مزاحمت پانی میں اشیاء کے نفوذ کے خلاف اور برقی قوتوں کے زیر اثر، پانی میں ائیونوں کے مرور کے خلاف، عمل پیدا ہوتی ہے، ایک ہی قسم کی ہوتی ہے۔ مزید تحقیقات اس فرضیہ کی موئید ہے۔ اس مزاحمت کا تعلق پانی کی اندرونی رگڑ یا لزوجیت کے ساتھ ہے جس کی تخمین معین حالات کے تحت ایک تنگ نلی میں سے، ایک معین مقدار آب کے بہاؤ کے وقت کی پیمائش سے کی جاسکتی ہے۔ جب سیالی رگڑ زیادہ ہوجاتی ہے تو مائع میں سے اشیاء کے مرور کے خلاف مزاحمت بڑھ جاتی ہے، اس لئے نفوذ

کی شرح اور آئیونوں کے انتقال کی شرح، اس مزاحمت کی بیشی کے باعث جو مائع کے اندر متحرک ذرات کو پیش آتی ہے، کم ہو جاتی ہے۔ پانی میں کسی شے مثلاً الکوہل کی قلیل مقدار کے اضافہ سے پانی کی لزوجت بڑھ جاتی ہے۔ بنا بریں جب کوئی شے الکوہل ملے ہوئے پانی میں حل کی جاتی ہے تو نفوذ کی شرح، اس شرح کے بنسبت جب کہ خالص پانی محلّل ہوتا ہے، کم ہوتی ہے۔ اسی طرح الکوہل ملے ہوئے پانی میں آئیونوں کی رفتار، بہ نسبت اس رفتار کے جو خالص پانی میں ہوتی ہے، کم ہوتی ہے۔

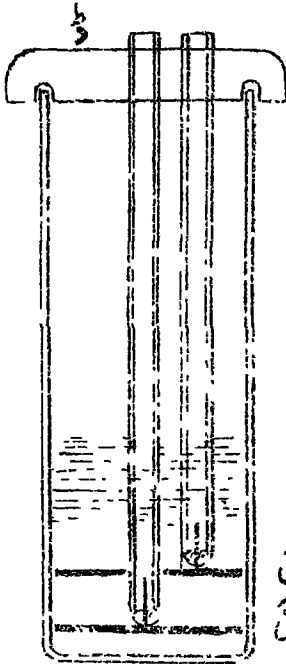
جب پانی کی تپش بلند کی جاتی ہے تو اس [illegible] بڑھ جاتا ہے۔ اس لئے ترقی تپش کے ساتھ آئیونوں کے انتقال اور نفوذ کی شرح بھی بڑھ جاتی ہے۔ ان مختلف مقادیر کے درمیان ایک قسم کا تقریبی تناسب پایا جاتا ہے۔ مثلاً معمولی تپش پر پانی کا سیلان تقریباً ۲ فی صدی فی درجہ بڑھتا ہے اور اس کے عین مطابق شاذ امر یہ پانی میں آئیونوں کی شرح انتقال بھی تقریباً ۲ فی صدی فی درجہ تپش بڑھتی ہے۔ اگر صرف بطی السیر آئیونوں پر غور کیا جائے تو آبی محلولات کی موصلیت پر اور پانی کے سیلان پر تپش کا اثر، وسیع حدود تپش کے اندر تقریباً ٹھیک ٹھیک مساوی ہوتا ہے۔ چنانچہ ۳۵° ص پر موصلیت اور سیلان دونوں بظاہر مفقود ہو جاتے ہیں۔ یہ فرضیہ کہ آئیون آبیدہ یا "آب آمیختہ" (Hydrated) ہو جاتے ہیں اس صحیح توافق کے سمجھنے کے لئے مفید ہے کیونکہ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ بطی السیر آئیون سب سے زیادہ "آب آمیختہ" ہوتے ہیں اس لئے پانی میں سے گذرنے میں انہیں جو مزاحمت پیش آتی ہے وہ پانی کے خلاف ان کے "پانی کردہ جانے" کی مزاحمت ہوتی ہے یعنی بالفاظ دیگر یہ وہی کیفیت ہے جو خالص پانی کی لزوجت کا باعث ہے۔

کیمیائی معلوں میں سالمی موصلیت کی تخمین حسب ذیل

اِس لئے تار کے ان حصص کی مزاحمت ان کے طولوں کے متناسب ہے کیونکہ تار کی مزاحمت یکساں ہے۔

جب کسی برق پاشیدہ کی مزاحمت تخمین کرنی ہوتی ہے تو برقی رو پیما کا استعمال، اس تقطیب کے باعث جو برقیروں کے اوپر برق پاشیدہ میں سے ایک ہموار سیدھی رو کے گزرنے سے پیدا ہوتی ہے ناممکن ہوتا ہے۔ تقطیب سے بچنے کی صورت یہ ہے کہ سیدھی رو کی بجائے متبادل رو استعمال کی جائے لیکن اس حالت میں رو پیما استعمال نہیں کیا جا سکتا۔ اِس کے بجائے، جیسا کہ کوہلراؤش نے ثابت کیا ہے، ٹیلی فون (Telephone) استعمال کیا جا سکتا ہے جس میں متبادل رو کے گزرنے سے آواز پیدا ہوتی ہے لیکن جو رو کے معدوم ہونے پر موقوف ہو جاتی ہے۔ متبادل رو ایک چھوٹے امالی لچھے کے ثانوی سرکٹ سے حاصل کی جاتی [illegible] کرتا ہے جو عموماً ایک واحد برقی ذخیرہ خانہ یا ایک بائیکرومیٹ خانہ ہوتا ہے۔

شکل ۴۹

یہ ترمیم شدہ ترتیب شکل ۴۹ میں دکھائی گئی ہے جہاں س برق پاشیدگی کا محلول، ٹ ٹیلیفون، اور ش امالی لچھا ہے۔ جس برتن میں محلول رکھا جاتا ہے اِس کی شکل آرینیئس

(Arrhenius) کی تجویز کے مطابق، بالعموم شکل ۵۰ کے آلہ
جیسی ہوتی ہے۔ شکل ۵۰ میں برتن
کی واقعی جسامت دکھائی گئی ہے۔
برقیرے پلاٹینم کے مضبوط قرص ق ق ہیں
جو ڈھکنا ڈ میں لگے اندر رکھے ہوئے ہیں
اور اس میں سے پھنس کر گزرتے
ہیں۔ ہر ایک قرص میں سے پلاٹینم
کا ایک چھوٹا سا تار شیشے کی ایک
تنگ نلی میں، جو آبنوس کے ڈھکنے
ڈ میں مستحکم کھڑی ہوتی ہے، پگھلا کر
جمایا ہوا ہوتا ہے۔ بیرونی تار شیشے
کی نلیوں میں سے گزار کر پلاٹینم کے
تاروں سے، بذریعہ پارے کے
ایک قطرہ کے جو ہر ایک نلی میں
ڈال دیا جاتا ہے، ملا دیے جاتے
ہیں۔ برتن کی یہ شکل قلیل موصلیت
کے لئے بہت موزوں ہے۔ زیادہ
موصلیت والے محلولات کے لئے، ایک مرتبہ وضع کا برتن، جس کا
پچھلا سرا تنگ ہوتا ہے، استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس کا فائدہ یہ
ہے کہ مستعمل پلاٹینم کے برقیرہ کے چھوٹا ہونے کے باعث یہ نسبتاً
ارزاں ہوتا ہے۔ اگر پلاٹینم برقیرے چمکدار ہوں تو پھیلاؤ اتصال
کے کسی مقام پر بھی، ٹیلیفون میں آواز واضح طور پر اقل نہیں
محسوس ہوتی۔ اس لئے پلاٹینم کی سطح پر باریک پلاٹینمی دودھ کی ایک
تہ جمانا بہت ضروری ہے اور اس طریقہ کی کامیابی کا انحصار، زیادہ تر
اس تہ کے اوپر ہے۔ اگر باریک پلاٹینمی دودھ کی ایک صاف مخملی تہ

شکل ۵۰

برقیروں کی اندرونی سطح پر موجود نہ ہو تو چونکہ برقی دَور کے بست و کشاد پر
امالی رووں سے جو تقطیبیں پیدا ہوتی ہیں ٹھیک طور پر ایک دُوسرے
کی تعدیل نہیں کرتی ہیں، ٹیلیفون کی آواز واضح طور پر اقل نہیں
ہوتی ہے۔ اس لئے مزاحمت کی تخمین صحیح طور پر نہیں کی جا سکتی۔
پلاٹینمی دودہ کی باریک تہ جمانے کا طریقہ یہ ہے کہ ایک مستقیم رَو سے
برقیروں کے درمیان، پلاٹینم کلورائیڈ (کلوروپلاٹینک ترشہ
Chloroplatinic acid) کے محلول کی برق پاشیدگی کی جاتی
ہے۔ بہترین محلول کی ترکیب حسب ذیل ہے:-
۳۰ حصے پانی، ۱ حصہ پلاٹینم کلورائیڈ اور ۰۰۸ء۰ حصہ
لیڈ ایسیٹیٹ (Lead acetate)۔ برقی رَو اس انداز سے گزاری
جاتی ہے کہ گیس اینوڈ پر سے آہستہ اور کیتھوڈ پر سے کافی جلد جلد
خارج ہوتی ہے۔ وقتاً فوقتاً رَو کی سمت بدلی جاتی ہے اور جب
ہر ایک برقیرہ بحیثیتِ مجموعی تقریباً ۱۵ دقیقہ تک کیتھوڈ بنایا جا چکتا ہے
تو عمل ختم کر دیا جاتا ہے۔

اِس طریقِ عمل کی کامیابی کے لئے بڑے امالی لچھے کی
ضرورت نہیں ہے۔ ایک چھوٹا لچھا جو بطور کھلونا استعمال کیا جاتا
ہے اور جس کے تبادل کی شرح کافی زیادہ ہوتی ہے، معمل کیمیائی
کے لئے بہت موزوں ہے۔ پیمائشی تار سے اُسے تقریباً ۶ فٹ
دُور ایک صندوق میں بند کر کے رکھنا مناسب ہے تاکہ اس کی آواز
ٹیلیفون کی آواز سے مزاحم نہ ہونے پائے۔ اگر ایسے امالی لچھے کی "مرتعش
زبان" یا کمانی کو نکال کر اس کے عوض گھڑی کی کمانی کا ایک ٹکڑا لگا
دیا جائے اور اس کو شرارے کے اثر سے محفوظ رکھنے کے لئے شرارہ
پیدا ہونے کے مقام پر پلاٹینم کی ایک پتلی پرت میں لپیٹ دیا جائے
تو لچھا بغیر کسی آواز کے کام کرنے لگیگا، علی الخصوص جب کہ خانہ اور لچھے
کے مابین ایک مزاحمت داخل کر کے برقی رَو کو کافی گھٹا دیا جائے۔

ایک اور بھی طریقہ ہے جو اکثر اغراض کے لئے بہت موزوں ہے اور جس میں مقام صفر کی تعیین میں بجائے ٹیلیفون کے ایک برقی رَو پیما استعمال کیا جا سکتا ہے۔ معمولی برقی مورچہ سے جو رَو جاری ہوتی ہے اس کی سمت ایک گردشی مقلب کے ذریعہ برق پاشیدگی کے خانہ کے اندر فی دقیقہ بہت تیز منقلب کی جاتی ہے۔ اس لئے تقطیب روک دی جاتی ہے۔ اسی تکلہ پر ایک دوسرا مقلب لگا ہے جو برقی رَو پیما کی حد تک سابق الذکر گردشی مقلب کے عمل کو تلف کر دیتا ہے۔ جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ برق پاشیدگی کے خانہ میں تو متبادل رَو بہتی ہے لیکن رَو پیما پر سے جو رَو بہتی ہے ہمیشہ یک سمتی ہوتی ہے اور اس لئے ایک مسلسل اور ہموار انصراف پیدا کرتی ہے۔

برق پاشیدگی کے محلول والا برتن مستقل تپش (بالعموم ۲۵°م) کے ایک جنتر میں رکھا جاتا ہے۔ اوسط تپش سے درجہ کے دسویں حصہ سے زیادہ کا اختلاف نہ ہونا چاہیئے کیونکہ تپش کے ساتھ موصلیت کا تغیر بہت زیادہ ہوتا ہے۔

کیمیائی اغراض کے لئے محلول کا ہلکا ؤ ۲ کی قوتوں کے مطابق بڑھایا جاتا ہے۔ اگر شے زیر تحقیق کی حل پذیری کافی زیادہ ہو تو ایک ایسا محلول تیار کر لیا جاتا ہے جس میں ایک گرام معادل یا ایک گرام سالمہ ۱۶ لیتر میں شامل ہو اور اس محلول میں سے ۲۰ مکعب سمر برق پاشیدگی کے خانہ میں ۱۰ مکعب سمر گنجائش کے نالچہ کو دو دفعہ بھر کر ڈالے جاتے ہیں۔ ایک اور نالچہ جس کی گنجائش صحیح طور پر ۱۰ مکعب سمر ہوتی ہے علیحدہ رکھ لیا جاتا ہے۔ موصلیت کے مشاہدہ کے بعد محلول میں سے ۱۰ مکعب سمر دوسرے نالچہ کے ذریعہ سے نکال لئے جاتے ہیں اور پہلے نالچہ کے ذریعہ سے ۱۰ مکعب سمر پانی داخل کیا جاتا ہے اور محلول کو برقیروں کی حرکت سے خوب ہلا دیا جاتا ہے۔ بہ نسبت سابق محلول اب دوگنا ہلکایا ہوتا ہے یعنی اس کا ہلکاؤ اب ۳۲ ہے۔ جب محلول جنتر

کی تپش پر عود کر آتا ہے تو موصلیت کے متعلق مشاہدات کا اعادہ کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد ترقیق کا عمل دہرایا جاتا ہے۔ جب ترقیق ۱۰۲۴ تک پہنچ جاتی ہے تو باستثناء ان صورتوں کے جبکہ نمک کا افتراق بہت زیادہ ہو، یہ عمل بالعموم بند کر دیا جاتا ہے کیونکہ اب کشید کیے ہوئے پانی کے نوشٹ کی موصلیت کے باعث نتائج مشتبہ ہو جاتے ہیں۔

محلولات کی برقی موصلیت کی تعیین کے طریقوں سے متعلق اگر مزید معلومات حاصل کرنا ہو تو ملاحظہ ہوں:۔ فنڈلے (Findlay) کی عملی طبیعی کیمیا (سنہ ۱۹۱۷ء)۔

کوھلراؤش اور ھولبورن (Kohlrausch & Holborn) کا مضمون (Leitvermögen der Elektrolyte) (سنہ ۱۹۱۶ء)

ڈبلیو۔ سی۔ ڈی۔ ویٹھم[1] کا "گردشی منقلب کا طریقہ" پروسیڈنگز آف دی رائل سوسائٹی ۶۶، سنہ ۱۹۰۰ء صفحہ ۱۹۲۔

ایڈگر نیوبیری[2] کا "موصلیت کی تعیین کا ایک نیا طریقہ" ٹرینزیکشنز آف دی کیمیکل سوسائٹی ۱۱۳ سنہ ۱۹۱۸ء صفحہ ۷۰۱۔

ایف۔ کولراؤش کا مضمون "روانات کی مزاحمت اور محلل کی چیلی رگڑ" پروسیڈنگز آف دی رائل سوسائٹی ۷۱ سنہ ۱۹۰۳ء صفحہ ۳۳۸۔

---

[1] W. C. D. Whetham

[2] Edgar Newbery

باب بست و سوم

برق پاشیدی افتراق

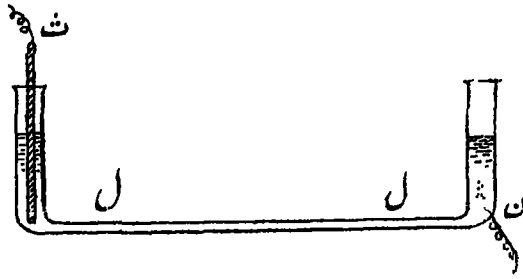
سابقہ باب میں، ہم برق پاشیدگی کے بنیادی واقعات سے واقف ہو چکے ہیں۔ اِس باب میں ہم ایک حیلی نظام سے بحث کرینگے جو اِن واقعات اور برق پاشیدی محلولات کی متعدد دیگر خصوصیات کی ایک سادہ تعبیر ہے۔ اِس نظام پر غور کرنے سے قبل، دو مزید واقعات کی طرف، جن کی تشریح برق پاشیدگی کے کسی اطمینان بخش نظریہ کے مطابق لازماً ہونی چاہیے، توجہ دلانا ضروری ہے۔

(ا) صحیح تجربات کی بناء پر یہ امر ثابت ہو چکا ہے کہ برق پاشیدی محلولات، دھاتی موصلوں کی طرح، کُلیہ اوم کے تابع ہیں، بالفاظِ دیگر ایسے محلولات میں بھی برقی رَو، تفاوتِ قوّہ کی تمام قیمتوں کے لیے، محرکۂ برق کے متناسب ہوتی ہے۔ جیسا کہ سب سے پہلے، کلاؤسیئوس[1] نے بتایا تھا، اِس امر کا ایک صحیح نتیجہ یہ ہے کہ حل شدہ نمک کے سالمات کو ان کے اجزائے ترکیبی رَوانات میں پھاڑنے کے لیے برقی توانائی بالکل خرچ نہیں ہوتی۔

(ب) دوم یہ کہ جب دو برقیروں کے درمیان، برقی دَور مکمل کیا جاتا ہے تو خواہ برقیرے ایک دوسرے سے کتنی دُور واقع ہوں، دونوں پر

[1] Clausius

برق پاشیدگی کے حاصل ایک ساتھ نمودار ہوتے ہیں۔ مثلاً جیسا کہ شکل ۱۵ میں دکھایا

شکل ۱۵

گیا ہے، اگر ہم شیشہ کی ایک تنگ نلی، ل ل، ایک سمر قطر والی اور ۴۰ سمر لمبی لیں اور اس کے دونوں سروں پر، شیشہ کی دو چوڑی نلیاں جن میں دو برقیرے ث اور ن ہوں، جوڑ کر اسے ہلکے سلفیورک ترشہ سے بھر دیں تو اسے ایک طاقتور مورچہ سے ملانے کے ساتھ ہی، ترشے کے برق پاشیدی حاصل دونوں برقیروں پر نمودار ہوتے ہیں۔ اگر مثبت برقیرہ ث تانبے کا اور منفی برقیرہ ن پلاٹینم کے تار کا ایک ٹکڑا ہو تو نیلے تھوتھے (کاپر سلفیٹ Copper sulphate) کا نیلا رنگ اور ائیڈروجن کے بلبلے ان پر وقت واحد میں مشاہدہ کیے جائینگے۔ صاف ظاہر ہے کہ ہائیڈروجن کے پہلے رواناتے سلفیورک ترشے کے انہی سالمات سے حاصل نہیں ہوسکتے جن سے کہ پہلے سلفیٹ روانات (آئیون) جو تانبے سے مل کر نیلا تھوتھا بناتے ہیں، حاصل ہوتے ہیں کیونکہ روانات (آئیون) خواہ وہ کسی طور سے حرکت کریں، ۴۰ سمر کا فاصلہ چند ثانیہ میں قطعاً طے نہیں کرسکتے جیسا کہ روانات کی رفتار کی جدول کے مطالعہ سے، جو سابقہ باب میں درج ہے، دیکھا جاسکتا ہے۔

روانات کے انتقال کی تعبیر کے لیئے جو تجاویز سابقہ باب میں پیش کی گئی ہیں، اُن کے مطابق ہم یہ فرض کرتے آئے ہیں کہ مقابل برقیروں تک حرکت کرتے ہوئے روانات کے رفقاء.

مسلسل طور پر بدلتے رہتے ہیں۔ یہ قیاس اوّل ہی اوّل گروتھوس (Grotthus) نے پیش کیا تھا۔ اس قیاس کے متعلق سالمات اپنے مثبت اور منفی اجزا میں' برقیرہوں پر برقی باروں کے زیر اثر' مفترق ہوتے ہیں اور درمیانی سالمات کے رفقا' مفصلۂ ذیل نظام (ترتیب ۶) کے مطابق بدلتے رہتے ہیں اور برقی باروں کا اولیں عمل یہ ہوتا ہے کہ سالمات کے مثبت سروں کو منفی برقیرہ کی طرف اور منفی سروں کو مثبت برقیرہ کی طرف' ہدایت کی جاتی ہے۔

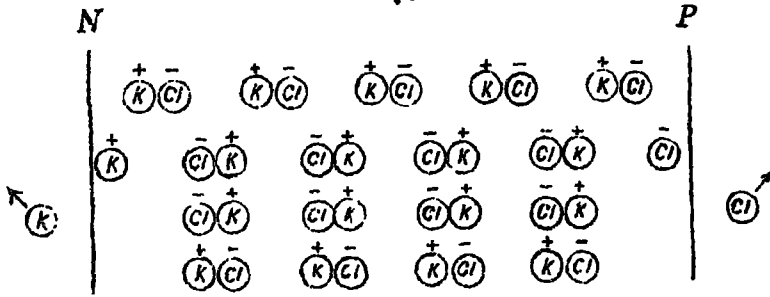
ترتیب ۶

N P

$\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$

$\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}$

K ↖ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ $\overset{-}{Cl}\overset{+}{K}$ Cl ↗

$\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$ $\overset{+}{K}\overset{-}{Cl}$

لیکن اس تشریح کے مطابق وہ مشکل جس کی طرف ابتداءً کلاؤسیوس (Clausius) نے توجہ دلائی تھی اور جس کی تفصیل ذیل میں کلارک[1] مکسویل کے الفاظ میں درج ہے' حل نہیں ہوتی۔

کلاؤسیوس نے جتایا ہے کہ برق پاشیدگی کے قدیم نظریہ کے مطابق' چونکہ برق پاشیدے کے سالمات کو اُن کے مثبت اور منفی اجزا میں پھاڑنے کے لیے محرکۂ برق ہی واحد عامل فرض کیا جاتا ہے اسلئے جب تک محرکۂ برق ایک معیّن قیمت سے کم ہو' تحلیل اور برقی رَو بالکل ہیچ ہونے چاہئیں لیکن جونہی کہ محرکۂ برق اس معیّن قیمت تک بڑھ جاتا ہے' تحلیل شدت سے شروع ہونی چاہیے اور اس کے ساتھ ہی ایک طاقتور برقی رَو جاری ہو جانی چاہیے۔ لیکن صورتِ واقعہ یہ نہیں ہے کیونکہ محرکۂ برق کی تمام قیمتوں کے لیے' رَو اُس کے متناسب ہوتی ہے۔

[1] Clerk Maxwell

کلاؤسیوس اس کی حسب ذیل توجیہ پیش کرتا ہے:۔ سالمی حرکت کے نظریہ کے مطابق، جس کا وہ خود سب سے بڑا بانی ہے، سیال کا ہر ایک سالمہ نہایت ہی غیر منتظم انداز سے حرکت کرتا ہے یعنی دوسرے سالمات کے ساتھ تصادم سے کبھی ایک طرف کو ڈھکیلا جاتا ہے اور کبھی دوسری طرف۔ یہ سالمی حرکت، محرکۂ برق سے آزادانہ طور پر، ہمیشہ جاری رہتی ہے۔ ایک دوسرے میں مائعات کے نفوذ کا باعث یہی سالمی حرکت ہے اور یہ ترقی تپش کے ساتھ بڑھتی جاتی ہے۔ چونکہ یہ حرکت بے اندازہ غیر منتظم ہوتی ہے سالمات ایک دوسرے کے ساتھ، مختلف مدارج کی شدت سے متصادم ہوتے ہیں اور اغلب قیاس یہ ہے کہ پست تپشوں پر بھی، بعض ٹکریں اس قدر شدید ہوتی ہیں کہ آپس میں ٹکرانے والے سالمات اپنے اجزا میں پھٹ جاتے ہیں۔ سالمات کے یہ افرادی جزو ادھر ادھر حرکت کرتے رہتے ہیں یہاں تک کہ متضاد قسم کے افرادی جزو سے متصادم ہو کر، مرکب کے نئے سالمات صورت پذیر ہوتے ہیں۔ بنا بریں ہر ایک مرکب میں، سالمات کا ایک معین تناسب ہر وقت اپنے افرادی اجزا میں مفترق رہتا ہے۔ اعلیٰ تپشوں پر یہ تناسب اس قدر بڑھ جاتا ہے کہ افتراق کا وہ مظہر جس کا مطالعہ مسیو سینٹ کلیر ڈیویل (M. Ste. Claire Deville) نے کیا تھا، نمایاں ہو جاتا ہے۔

"کلاؤسیوس کا مفروضہ یہ ہے کہ محرکۂ برق، سالمات کے ان افرادی اجزاء کے اوپر ان کی آزادی کے لمحات میں عمل پیرا ہو کر، انہیں ان راستوں سے جن پر وہ اس کے عمل کے بغیر حرکت کرتے، قدرے منحرف کر دیتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مثبت اجزاء، بحیثیت مجموعی مثبت سمت میں منفی سمت کی بہ نسبت زیادہ حرکت کرتے ہیں اور منفی اجزاء منفی سمت میں مثبت کی بہ نسبت زیادہ حرکت کرتے ہیں۔ بنا بریں محرکۂ برق، سالمات کے افتراق اور دوبارہ اتحاد کا باعث نہیں ہوتا بلکہ یہ افتراق اور دوبارہ اتحاد، اس کے بغیر جاری رہتا ہے۔ محرکۂ برق صرف یہ کرتا ہے کہ مفترق اجزاء کو ان کی آزادی کے اوقات میں اپنے اثر سے معین سمتوں میں متحرک کر دیتا ہے۔"

سالمات کے افرادی اجزا جن کی طرف ابھی ابھی اشارہ کیا گیا ہے، حل شدہ نمک کے مثبت اور منفی اصلیے یعنی زیریرواں اور زبررواں ہوتے ہیں۔ پس کلاؤسیوس کے نظریہ کے مطابق، نمک کے سالمات کا ایک معین تناسب ہروقت اپنے افرادی روانات میں مفترق ہوتا ہے اور یہ رواں اپنے برقی بار کے ساتھ مناسب برقیروں کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ یہ بات نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے کہ منحل کا یہ جزئی افتراق، محلول کی طبعی حالت ہے جس کا انحصار برقی رو پر مطلقاً نہیں ہوتا ہے۔ برقی رو کا کام صرف اس قدر ہوتا ہے کہ مفترق برقائے ہوئے حاصلوں کو برقیروں کی طرف بھیج دیتا ہے جہاں وہ اپنے بار سے سبکدوش ہو جاتے ہیں۔ یہاں تک منحل کی مقدار کے تناسب کے متعلق جو اس طور سے روانات میں مفترق ہوتی ہے کچھ نہیں کہا گیا۔ برق پاشیدی محلولات پر کلیۂ اوم کے صحیح اطلاق کی توجیہ کے لیے بہت قلیل تناسب مقدار کفایت کر سکتا ہے بشرطیکہ یہ قلیل مقدار، برقی قوہ کے تعرض کے بغیر خود سالمات کے عمل سے ہمیشہ پیدا ہوتی رہے۔ جس تناسب سے آزاد رواں برقیروں پر محلول سے خارج ہوتے ہیں، اسی تناسب سے کلاؤسیوس کے نظریہ کے مطابق، دیگر رواں غیر مفترق سالمات کے تصادم سے پیدا ہوتے رہتے ہیں، بالفاظ دیگر ایصال اور برق پاشیدگی کے اعمال دوش بدوش جاری رہتے ہیں۔ لیکن اگر ہم اس نظریہ کو صحیح طور پر سمجھنا چاہیں تو مفترق اور غیر مفترق حالتوں میں برق پاشیدے کی اضافی مقادیر کا معلوم کرنا ضروری ہے۔ سب سے اوّل اس کام کو آرہینیوس (Arrhenius) نے سرانجام دیا تھا۔ اگر ہم، خواہ اثنائے برق پاشیدگی یا معمولی حالات کے تحت، برق پاشیدی محلولات کے مظاہر کی کمی تشریح کرنا چاہیں تو ہمیں **برق پاشیدی افتراق** کے متعلق اس کے نظریہ کی طرف رجوع کرنا چاہیے۔

آرہینیوس کے قیاس کے مطابق وہ اشیاء جن کے محلولات عمدہ موصل ہیں، تمام تر اپنے افرادی روانات میں مفترق ہوتی ہیں اور وہ اشیاء جن کے محلولات ناقص موصل ہیں، صرف ایک قلیل حد تک مفترق ہوتی ہیں۔

اس کے فرضیہ کے مطابق کسی شئے کے درجۂ افتراق کا معیار اُس کے محلولات کی موصلیت ہے اور صرف وہی سالمات جو اپنے اجزاء میں مفترق ہوتے ہیں ایصالِ برق میں حصّہ لیتے ہیں، غیر مفترق سالمات اس لحاظ سے بیکار ہوتے ہیں ۔ بناء بریں یہ امر واضح ہے کہ کسی محلول کی موصلیت دو امور پر منحصر ہو سکتی ہے :- (۱) محلول کے وجود میں روانات کی تعداد پر (ب) اِن روانات کی شرح حرکت پر ۔ سادگی کے خیال سے ہم مفصلۂ ذیل مباحث میں صرف یک گرفتی روانات پر مبنی ایسے روانات پر جو ایک ترشئی اساسوں، یک اساسی ترشوں اور ان نمکوں سے جو ان کی باہمی تعدیل سے حاصل ہوتے ہیں، غور کرینگے ۔ ان اشیاء سے حاصل شدہ ہر ایک رواں کا برقی بار یکساں یعنی ا "فیراڈے" فی گرام رواں ہوتا ہے ۔ چونکہ ہر ایک حاملِ برق کا بار یکساں ہوتا ہے اس لیے مقدارِ برق صرف روانات کی تعداد اور رفتار پر منحصر ہو سکتی ہے ۔ روانات کی رفتار جیسا کہ ہم سابقہ باب میں بیان کر چکے ہیں، ہٹارف[1] اور کوہلراؤش[2] کی تحقیقات سے معلوم کی جا سکتی ہے ۔ اس لیۓ اب صرف کسی محلول میں روانات کی تعداد یا تناسب کا معلوم کرنا باقی رہ جاتا ہے ۔

کوہلراؤش نے تجربی طور پر دریافت کیا کہ کسی نمک کی سالمی موصلیت، اس کے محلول کی ترقیق (یا ہلکاؤ) کے تناسب بڑھتی ہے ۔ موصلیت کے بڑھنے کی شرح کم ہوتی جاتی ہے حتیٰ کہ آخر الامر محلول میں پانی کے اضافہ کے باوجود، سالمی موصلیت غیر متغیر رہتی ہے ۔ نظری طور پر ان انکشافات کو حسب ذیل انداز سے سمجھا سکتے ہیں ۔ فرض کرو کہ ایک برتن لاتناہی بلندی اور مستطیل افقی تراش کا ہے اور اس کے دو متوازی پہلو پلاٹینم کے ہیں اور ایک دوسرے سے ایک سنتی میتر فاصلہ پر واقع ہیں ۔ یہ پہلو بطور برقیرہ استعمال کیۓ جا سکتے ہیں ۔ اب اس برتن میں ایک ایسے محلول کا، جو ایک لیتر پانی میں معمولی نمک کا گرام سالمی وزن (۵۸،۵ گرام) حل کرنے سے بنایا گیا ہو، ایک مکعب سنتی میتر ڈالو ۔ اگر اس کی مزاحمت اوموں میں تخمین کی جاۓ تو حاصل شدہ عدد کا متکافی عدد، محلول کی نوعی موصلیت کے مساوی ہوگا (دیکھو صفحہ ۱۰ حصہ اول) ۔ اگر ہم طبعی محلول کے

[1] Hittorf [2] Kohlrausch

ایک لیٹر کا بقیہ حصہ بھی اسی برتن میں ڈال دیں تو اب بہ نسبت سابق برقیروں کے درمیان ایصال ۱۰۰۰ گنا بڑھ جائیگا۔ یہ قیمت ایک گرام سالمہ کی موصلیت کو تعبیر کرتی ہے جو ۱۰۰۰ مکعب سمر پانی میں حل ہوا ہے یعنی ایک لیٹر کی ترقیق پر سالمی موصلیت ہوگی (دیکھو صفحہ ۳۶)۔ اگر ہم پانی ڈال کر حجم ۲ لیٹر تک بڑھادیں اور سالمی موصلیت تخمین کریں تو ہم دیکھینگے کہ ترقیق ۲ کے لیے سالمی موصلیت کی قیمت بہ نسبت سابق زیادہ ہے لیکن نوعی موصلیت کم ہوگئی ہے۔ مزید پانی کے اضافہ سے سالمی موصلیت بڑھتی جاتی ہے۔ لیکن جب ترقیق ۱۰۰۰۰ لیٹر تک پہنچ جاتی ہے تو اس کی ترقی مسدود ہو جاتی ہے۔ ۱۸° پہ معمولی نمک کے لیے کوھلراوش کے حاصل کردہ اعداد ذیل کی فہرست میں درج ہیں :۔

ترقیق (یا ہلکاؤ) = ہ	سالمی موصلیت = ص	افتراق $\frac{ص}{ص_{\infty}}$
۱۰ لیٹر	۹۲٫۵	۰٫۸۴۹
۲۰ "	۹۵٫۹	۰٫۸۷۰
۱۰۰ "	۱۰۲٫۸	۰٫۹۳۲
۵۰۰ "	۱۰۶٫۷	۰٫۹۶۷
۱۰۰۰ "	۱۰۷٫۸	۰٫۹۷۷
۵۰۰۰ "	۱۰۹٫۲	۰٫۹۹۰
۱۰۰۰۰ "	۱۰۹٫۷	۰٫۹۹۵
∞	۱۱۰٫۳	۱٫۰۰۰

اس فہرست سے عیاں ہے کہ سالمی موصلیت کی ترقی کی شرح زیادہ ترقیق کی بہ نسبت قلیل ترقیق کی حالت میں بہت زیادہ ہے۔ ترقیق کی حالت میں پانی کی مقدار دو گنا کرنے سے موصلیت میں ۶ سے زیادہ اکائیوں کا اضافہ ہوتا ہے۔ لیکن جب ترقیق ۵۰۰ ہوتی ہے تو اس کو دگنا کرنے سے موصلیت

صرف ۱ اکائی بڑھتی ہے ۔
جیسا کہ اوپر کہا گیا ہے سالی موصلیت صرف (۱) رواناات کی تعداد اور (۲) ان کی شرحِ حرکت کے تابع ہوتی ہے ۔ اس لیے ہمیں یہ معلوم کرنا چاہیے کہ ترقیق کی زیادتی سے ان اسباب میں سے کونسا سبب سالی موصلیت کی ترقی کا باعث ہوتا ہے ۔ روانات کی رفتار اُس مزاحمت پر منحصر ہوتی ہے جو مائع اُن کی حرکت کے خلاف پیش کرتا ہے ۔ ترقیق ۱۰ پر ۵۸۰۵ گرام نمک ۱۰۰۰ گرام پانی میں حل ہوتا ہے ۔ پس جہاں تک لزوجت کا تعلق ہے، ایسا محلول عملاً خالص پانی ہوتا ہے اس لیے مزید ترقیق سے اس مزاحمت میں جو روانات کو مائع کے وجود میں حرکت کرتے ہوئے پیش آتی ہے، کچھ کمی واقع نہیں ہوتی آدھینیوس نے یہ فرض کیا کہ جب ترقیق ۱۰ تک پہنچ جاتی ہے تو اس کے بعد آیونوں (روانات) کی رفتار عملاً غیر متغیر رہتی ہے، بنا بریں مزید ترقیق سے موصلیت کی بیشی کی وجہ روانات کی رفتار کی بیشی کی بجائے ان کی تعداد کی بیشی ہے ۔ اُس خیالی برتن میں جس کا ذکر اوپر ہو چکا ہے، برقیروں کے درمیان، نمک کی مقدار ہمیشہ یکساں رہتی ہے اس لیے یہ فرض کیا جا سکتا ہے کہ پانی کے اضافہ سے روانات کی تعداد بڑھتی جاتی ہے اور جب نمک کی کُل مقدار روانات میں پھٹ جاتی ہے تو مزید ترقیق سے سالی موصلیت کی زیادتی مسدود ہونی چاہیے کیونکہ اب نہ تو روانات کی رفتار بڑھتی ہے اور نہ ان کی تعداد میں اضافہ ہو سکتا ہے۔ "سوڈیم کلورائیڈ" کی مثال میں ہم دیکھتے ہیں کہ ۱۰۰۰ کے ہلکاؤ پر تقریباً کُل نمک روانات میں پھٹ جاتا ہے ۔ عام طور پر مختلف نمکوں کا سلوک ایسا ہی ہوتا ہے ۔ کامل آیونائیزیشن (روانیت) کے مطابق، سالی موصلیت کی انتہائی قیمت لاانتہائی ترقیق پر سالی موصلیت کہلاتی اور بالعموم μ_∞ سے تعبیر کی جاتی ہے ۔
چونکہ ہلکے محلولات میں، یہ فرض کیا جاتا ہے کہ مزید پانی کے اضافہ سے روانات کی رفتار پر کچھ اثر نہیں پڑتا، اس لیے ایک ایسے برتن میں، جس کی

طرف اُوپر اشارہ ہو چکا ہے' محلول کی موصلیت' آیونائیز شدہ (روانی) شے کی مقدار کے براہِ راست متناسب ہوگی۔ اب ہم یہ بھی جان چکے ہیں کہ لاتناہی ترقیق پر سوڈیم کلورائیڈ کی کُل مقدار آیونائیز (روانی) ہوجاتی ہے۔ بنا بریں کسی معیّن ترقیق یا ہلکاؤ (ھ) پر' درجۂ افتراق' یعنی کل مقدار کا تناسب' جو روانات کی حالت میں موجود ہوتی ہے' ترقیق زیر بحث پر سالمی موصلیت اور لاتناہی ترقیق ∞ پر سالمی موصلیت کے حاصلِ تقسیم کے مساوی ہوتا ہے۔ عام طور پر درجۂ افتراق یا درجۂ روانیت' ن سے تعبیر کیا جاتا ہے پس

$$ن = \frac{ص_{ھ}}{ص_{\infty}}$$

مثلاً اگر ہم ۱۰ لیٹر ترقیق پر یعنی عشر طبعی محلول میں معمولی نمک کا درجۂ افتراق دریافت کرنا چاہیں تو ہم اس ترقیق پر کی سالمی موصلیت ۹۲٫۵ کو لاتناہی ترقیق پر کی سالمی موصلیت یعنی ۱۱۰ پر تقسیم کر کے حاصلِ تقسیم ۰٫۸۴ حاصل کرتے ہیں۔ پس ۱۸° پر معمولی نمک کے عشر طبعی محلول میں ۸۰ فی صدی سے کچھ زیادہ نمک اپنے جزوِ افرادی روانات میں مفترق ہوتا ہے۔

مندرجۂ بالا حساب میں یہ جو فرض کر لیا گیا ہے کہ ترقیق کے بڑھنے کے باوجود بھی روانات کی رفتار مستقل رہتی ہے اگرچہ وہ کمزور برق پاشیدوں مثلاً ایسیٹک ترشہ کے لیے صحیح ہے لیکن نمک جیسے طاقتور برق پاشیدوں کے لیے اب درست نہیں سمجھا جاتا ہے۔ فی الوقت یہ تسلیم کر لیا گیا ہے کہ لزوجیت کی وجہ سے محلول میں روانات کو نقل و حرکت کرنے میں جو اثنائی حیلی مزاحمت پیش آتی ہے اس کے ماسوائے ایک اور مزاحمت بھی ہے جو برقی ماہیت رکھتی ہے۔ اس مزاحمت کا باعث قرب و جوار کے روانات پر کا برقی بار ہے جو صرف اُس وقت اپنا اثر دکھاتا ہے جبکہ روانات کا ارتکاز کافی بڑا ہوتا ہے یعنی صرف طاقتور برق پاشیدوں میں روانات کے برقی بار کا اثر ظاہر ہوتا ہے۔ اوسط درجہ ہلکاؤ کے محلولوں میں اول الذکر یعنی حیلی نوعیت کی مزاحمت مستقل تصور کی جا سکتی ہے

آخرالذکر نوعیت کی مزاحمت ارتکاز کی کمی کے ساتھ گھٹتی جاتی ہے۔

یہ امر یاد رکھنا چاہیے کہ سالمی موصلیت صرف بعض خاص حالات ہی میں بجائے خود کسی حل شدہ شے کے درجۂ روانیت کا معیار ہوتی ہے۔ کم از کم ہم برق پاشیدوں کے لیے صحیح معیار اس موصلیت اور لامتناہی ترقیق پر سالمی موصلیت کا تناسب ہے۔ مثلاً تمام برق پاشیدوں کی سالمی موصلیت میں تپش کے ساتھ جلد جلد جو ترقی مشاہدہ ہوتی ہے درجۂ روانیت میں اضافہ ہونے کی وجہ سے نہیں ہوتی ہے۔ بلکہ تقریباً تمام کی تمام روانوں کی تیزیٔ رفتار کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے اس لیے کہ تپش کی ترقی سے محلول کی سیالی رگڑ بہت گھٹ جاتی ہے۔ اس طرح غیر موصل اشیا جب نمک کے آبی محلولوں میں ملائی جاتی ہیں تو موصلیت گھٹ جاتی ہے مگر روانیت میں کوئی قابل لحاظ تغیر نہیں پیدا ہوتا۔ چنانچہ ڈائی ایتھل امونیم کلورائیڈ جب پانی میں حل ہوتا ہے تو ص۱ = ۹۰٫۴ اور دس فی صد الکوہل میں ص۱ = ۷٫۹۲۔ سالمی موصلیت میں تنزل کی وجہ بالکلیہ روانات کی رفتار کی کمی ہے نہ کہ روانیت کا گھٹاؤ۔ ص کی متناظر قیمتیں علی الترتیب ۱۱٫۴۷ اور ۱٫۰۹۸ ہیں۔ جن میں نسبت تقریباً وہی ہے جو عشر طبعی محلولوں کے لیے ہے۔ ان مثالوں میں روانیت بلاشبہ مماثل ہے یعنی دونوں محلولوں میں کامل ہے۔

اگر ہم ہلکے محلولات کی سالمی موصلیت پر ترقیق کے اثر کی تحقیقات کریں تو ہم دیکھیں گے کہ کمزور ترشے اور اساس، جن پر ہم برق پاشیدوں کا گروہ مشتمل ہے، ایک کلیہ کے تابع ہیں جو اوسٹوالڈ نے کمیتی عمل کے کلیہ سے مستنبط کیا تھا۔ چونکہ دیگر حالات برقرار رہتے ہیں اور ترقیق کی بیشی روانات کی رفتار پر اثر نہیں ڈالتی، اس لیے جو تغیر سالمی موصلیت میں مشاہدہ کیا جاتا ہے وہ تمام تر درجۂ روانیت کے تغیر پر مبنی ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ ایسیٹک ترشہ سے بحث کی جا رہی ہے۔ اگر اس کا ایک گرام سالمہ پانی میں حل کیا جاتا ہے جس سے ھ لیتر محلول کے پیدا ہوتے ہیں تو اس کی عامل کمیت ہماری اکائیوں میں ۱/ھ ہے۔ ترشہ حل ہوتے ہی وہ ہائیڈرایون H

اور ایسیٹٹ آیئن $C_2H_3O_2'$ (Acetate ion) میں شق ہونا شروع ہوتا ہے۔ جس شرح سے یہ عمل ترقی کرتا ہے وہ از روئے اصول کمیتی عمل، غیر مفترق ایسیٹک ترشہ کی عامل کمیت کے متناسب ہے جو اُس وقت موجود ہے۔ فرض کرو کہ مفترق ایسیٹک ترشہ کا تناسب ف ہے۔ پس غیر مفترق ترشہ کا تناسب ا۔ف ہوگا اور عامل کمیت $\frac{\text{ا-ف}}{\text{ھ}}$ ہوگی۔ لہذا افتراق کی شرح ہوگی:۔

$$\text{م} \cdot \frac{\text{ا-ف}}{\text{ھ}}$$

جس میں م سے مراد افتراق کا رفتاری مستقل ہے۔ لیکن یہ ایک متوازن عمل ہے اس لیے بذریعہ راست عمل افتراق کے جاری رہنے کے ساتھ ساتھ غیر مفترق ایسیٹک ترشہ مکرر تیار ہوگا۔ جب ترشہ کا روانات میں تبدیل ہونے کا تناسب ف ہو، ہر ایک رواں $\frac{\text{ف}}{\text{ھ}}$ عامل کمیت رکھیگا اور اس لیے دوبارہ متحد ہونے کی شرح

$$\text{مَ} \left(\frac{\text{ف}}{\text{ھ}}\right)^2$$

ہوگی، اگر مَ اس تعامل کا رفتاری مستقل ہے۔ اب خصوصیت کے ساتھ فرض کرو کہ ف روانات میں حل ہو جانے کا تناسب ہے جبکہ توازن واقع ہو چکا ہے۔ تب مخالف تعاملات کی شرحیں مساوی ہونی چاہئیں اور ہمیں یہ مساوات حاصل ہوتی ہے:۔

$$\frac{\text{ا-ف}}{\text{ھ}} = \text{مَ} \left(\frac{\text{ف}}{\text{ھ}}\right)^2$$

یا

$$\frac{\text{ف}^2}{(\text{ا-ف})\,\text{ھ}} = \frac{\text{م}}{\text{مَ}} = \text{م}$$

یہ اسٹوالڈ (Ostwald) کا ترقیق یا ہلکاؤ کا ضابطہ کہلاتا ہے اور اس کی کئی کمزور ترشوں اور اساسوں کے لیے تجربی طور پر تصدیق ہوئی ہے۔ یہ مستقل کمزور ترشہ یا اساس کا افتراقی مستقل کہلاتا ہے۔

مندرجۂ ذیل فہرست میں، ایسیٹک (Acetic) ترشہ اور امونیا (Ammonia) کے لیے ۲۵° پر اس مستقل مقدار کی حاصل کردہ

قیمتیں درج ہیں :-

ایسیٹک ترشہ CH_3COOH

ص∞ = ۳۸۷

ھ	ص	۱۰۰ ف	۱۰۰ م
۸	۴٫۶۴	۱٫۱۹۳	۰٫۰۰۱۸۰
۱۶	۶٫۵۰	۱٫۶۷۳	۰٫۰۰۱۷۹
۳۲	۹٫۲	۲٫۳۸۰	۰٫۰۰۱۸۲
۶۴	۱۲٫۹	۳٫۳۳	۰٫۰۰۱۷۹
۱۲۸	۱۸٫۱	۴٫۶۸	۰٫۰۰۱۷۹
۲۵۶	۲۵٫۴	۶٫۵۶	۰٫۰۰۱۸۰
۵۱۲	۳۵٫۳	۹٫۱۴	۰٫۰۰۱۸۰
۱۰۲۴	۴۹٫۰	۱۲٫۶۶	۰٫۰۰۱۷۷

اوسط = ۰٫۰۰۱۸۰

امونیا $NH_4(OH)$

ص∞ = ۲۵۲

ھ	ص	۱۰۰ ف	۱۰۰ م
۸	۳٫۴	۱٫۳۵	۰٫۰۰۲۳
۱۶	۴٫۸	۱٫۸۸	۰٫۰۰۲۳
۳۲	۶٫۷	۲٫۶۵	۰٫۰۰۲۳
۶۴	۹٫۵	۳٫۷۶	۰٫۰۰۲۳
۱۲۸	۱۳٫۵	۵٫۳۳	۰٫۰۰۲۳
۲۵۶	۱۹٫۰	۷٫۵۴	۰٫۰۰۲۴

اوسط = ۰٫۰۰۲۳

ان جدولوں کے تیسرے خانہ میں فی صدی روانیت یعنی ۱۰۰ اور درجۂ روانیت کا حاصل ضرب درج ہے۔ چوتھے خانہ میں مندرجۂ بالا ضابطہ کے مطابق افتراقی مستقل مقدار کی سوگنا قیمت درج ہے۔ موخرالذکر قیمت چھوٹی قیمت کی بجائے اکثر استعمال کی جاتی ہے کیونکہ اس طرح سے تمام اشیاء کے لیے مناسب اعداد حاصل ہوتے ہیں۔ کسی معین ترقیق پر اس مستقل مقدار کی قیمتیں عام طور پر اوسط قیمت سے صرف ۱ یا ۲ فی صدی مختلف ہوتی ہیں۔ یہ اختلاف، مشاہدات کی خطاؤں کے باعث ہوتا ہے جو مستقل کے حسابی شمار میں کئی گنا بڑی ہو جاتی ہیں۔

ان جدولوں سے یہ امر عیاں ہے کہ معادل محلولات میں ایسیٹک ترشہ اور امونیا تقریباً مساوی انداز سے روانی (ایونائز) ہوتے ہیں۔ مقدم الذکر ہائیڈر آیون (H(Hydrion اور ایسیٹن آیون (CH_3COO^- Acetanion) میں اور موخرالذکر امون آیون (NH_4 (Ammonion اور ہائیڈر اکسائیڈ آیون (OH(Hydroxidion میں۔ اگر ہم ان جدولوں کا مقابلہ ایک عمدہ برق پاشیدے کی جدول مندرجہ صفحہ ۵۲ کے ساتھ کریں تو یہ معلوم ہوگا کہ موخرالذکر کی بہ نسبت مقدم الذکر حالت میں سالمی موصلیت پر ترقیق کا اثر کہیں زیادہ ہوتا ہے۔ معمولی نمک کی صورت میں ۱ سے ۱۰۰۰۰ تک ترقیق کی بیشی سے سالمی موصلیت کی قیمت صرف نصف زیادہ ہوتی ہے، برعکس اس کے ایسیٹک ترشہ کی صورت میں ۸ سے ۱۰۲۴ تک ترقیق کی بیشی سے، سالمی موصلیت ۱۰ گنا سے زیادہ بڑھ جاتی ہے۔ اگرچہ یہاں سالمی موصلیت، عمدہ برق پاشیدوں کے مقابلہ میں، ترقیق کے ساتھ بہت زیادہ سرعت کے ساتھ بڑھتی ہے تاہم یہ بیشی، ترقیق کی بیشی کے تقریباً متناسب نہیں ہوتی۔ جب درجۂ روانیت کم ہوتا ہے تو سالمی موصلیت ترقیق کے جذر کے تقریباً متناسب ہوتی ہے جیسا کہ عام ضابطہ

$$م = \frac{ف^2}{(۱ - ف)ہ}$$

پر غور کرنے سے واضح ہوتا ہے۔ کم درجہ روانیت کے لیے ا۔ف تقریبًا ا کے مساوی ہوتا ہے پس ضابطہ حسب ذیل شکل اختیار کرلیتا ہے :۔

ف۲ = م ھ
یعنی ف = √(م/ھ)
یا ف ∝ √(۱/ھ)

اگر عام ضابطہ میں ف = ۰،۵ رکھا جائے یعنی اگر ہم یہ فرض کریں کہ برق پاشیدہ نیم روانی ہے تو ہم مستقل مقدار م کے طبیعی ابعاد کا اندازہ لگا سکتے ہیں۔ اس حالت میں ضابطہ کی شکل حسب ذیل ہوجاتی ہے :۔

$$م = \frac{(۰،۵)^۲}{ھ(۱ - ۰،۵)}$$

یعنی ۱/۲ھ = م یا ۱/۲ ج = م اگر ج = ۱/ھ

اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر ارتکاز گرام سالمات فی لیتر کے ذریعہ ظاہر کیا جائے تو کسی شئے کے افتراقی مستقل م کی عددی قیمت، اُس ارتکاز کے نصف کے برابر ہوتی ہے جس پر وہ شئے نیم روانی ہوتی ہے۔ مثلاً ایسیٹک تُرشہ کے لیے م = ۰،۰۰۰۰۱۸ جس سے ج = ۰،۰۰۰۰۳۶ یعنی جب ایسیٹک تُرشہ کے آبی محلول کا ارتکاز، طبعی ارتکاز کا ۰،۰۰۰۰۳۶ حصہ ہوتا ہے تو یہ نیم روانی ہوتا ہے۔

صاف ظاہر ہے کہ اگر ایک ایسے محلول میں، جس کے دس لاکھ حصّوں میں ایسیٹک تُرشہ کے صرف ۲ حصّے ہوتے ہیں یہ تُرشہ صرف نیم روانی ہوتا ہے تو ایسے محلولات کی سالمی موصلیت کی براہِ راست تخمین، جن میں تُرشہ کامل طور پر روانی ہو، ناممکن ہے۔ لیکن چونکہ درجہ روانیت کے شمار کے لیے، سالمی موصلیت کی قیمت کا دریافت کرنا ضروری ہے اس لئے اس کی تخمین بالواسطہ کلیہ کوھلراوش کے ذریعہ سے

کی جاتی ہے۔ اگرچہ کمزور ترشے اور کمزور اساسیں نیم برق پاشیدے ہیں تاہم ان کے نمک ایسے ہی اچھے برق پاشیدے ہیں جیسے کہ طاقتور ترشوں اور اساسو کے متناظر نمک ہوتے ہیں۔ مثلاً ۲۵ْ درجہ پر سوڈیم ایسیٹیٹ (Sodium Acetate) کے لیے ذیل کے اعداد ہیں: ——

ھ	ص	$\frac{ص}{ص_\infty}$
۳۲	۸۰٫۵	۰٫۸۵۸
۶۴	۸۲٫۶	۰٫۸۸۲
۱۲۸	۸۵٫۱	۰٫۹۰۷
۲۵۶	۸۷٫۴	۰٫۹۲۷
۵۱۲	۸۹٫۳	۰٫۹۴۹
۱۰۲۴	۹۱٫۷	۰٫۹۶۶
∞	۹۴٫۹	—

امونیم کلورائیڈ (Ammonium Chloride) کے لیے ۱۸ْ درجہ پر کوھلراوش نے ذیل کے اعداد حاصل کیے تھے جو سوڈیم کلورائیڈ کے اعداد مندرجہ صفحہ ۵۲ کے قریب ہیں۔

ھ	ص	$\frac{ص}{ص_\infty}$
۱۰	۱۱۰٫۷	۰٫۸۴۵
۲۰	۱۱۵٫۲	۰٫۸۷۹
۱۰۰	۱۲۲٫۱	۰٫۹۳۱
۵۰۰	۱۲۶٫۲	۰٫۹۶۲
۱۰۰۰	۱۲۷٫۳	۰٫۹۷۰
∞	۱۳۱٫۱	—

پس کمزور ترشوں اور اساسوں کے نمکوں کی حالت میں لا انتہا ترقیق پر سالمی موصلیت کے لیے اعداد کا حاصل کرنا آسان امر ہے۔ کلیہ کوھلراوش کے

مطابق تمام ترشوں اور ان کے سوڈیم (Sodium) نمکوں کی اعظم سالمی موصلیتوں کے درمیان ایک مستقل فرق ہوتا ہے۔ یہ فرق ہائیڈرا آیون (Hydrion) اور سوڈیئم آیون (Sodion) کی رفتار کے اختلاف کی وجہ سے ہوتا ہے۔ لیکن معادل ترقیق پر طاقتور ترشے مثلاً ہائیڈروکلورک ترشہ اسی قدر روانی ہوتے ہیں جتنے کہ انکے سوڈیم کے نمک ہوتے ہیں۔ بنا بریں ان کی اعظم سالمی موصلیتیں تجربۃً تخمین کی جاسکتی ہیں۔ پس ان ترشوں کے لیے ہم ان کی اور ان کے سوڈیئم کے نمکوں کی اعظم سالمی موصلیت کا فرق براہِ راست حاصل کرسکتے ہیں۔ یہ فرق جو مروّجہ اکائیوں میں' ۲۵°م پر ۲۹۶ کے مساوی ہوتا ہے جب کسی ترشے کے سوڈیئم کے نمک کی اعظم سالمی موصلیت میں' جو ہمیشہ براہِ راست تخمین کی جاسکتی ہے' جمع کیا جاتا ہے تو حاصل جمع لا انتہا ترقیق پر خود اس ترشہ کی سالمی موصلیت کے برابر ہوتا ہے۔ بنا بریں ہم کسی اور ترقیق پر ترشہ کا درجۂ روانی معلوم کرسکتے ہیں۔

فہرستِ ذیل میں' بعض اہم روانات کے لیے' ۲۵°م پر موصلیت کی قیمتیں درج ہیں :-

زیرِرواں		زبرِرواں	
$H^{\cdot}$	۳۴۷	OH'	۱۹۶
$K^{\cdot}$	۷۳٫۸	NO_3'	۷۱٫۰
$Na^{\cdot}$	۵۰٫۱۵	ClO_3'	۶۵٫۰
$Ag^{\cdot}$	۶۲٫۵	Cl'	۷۵٫۲

یہ اعداد روانات کی رفتار کے متناسب ہیں اور نمک' ترشہ یا اساس کی اعظم سالمی موصلیت' متناظر زیرِرواں اور زبرِرواں کے اعداد کو باہمدیگر جمع کرنے سے حاصل ہوسکتی ہے۔ مثلاً ۲۵°م پر سوڈیئم کلورائیڈ کی اعظم سالمی موصلیت = ۵۰٫۱۵ + ۷۵٫۲ = ۱۲۵٫۶۷ - یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ

باوجود ان کی اہمیت کے H اور OH' روانات کی موصلیت کی قیمتیں بمقابلہ دوسرے روانات کے کم صحت کے ساتھ معلوم ہیں۔

برق پاشیدی افتراق کے مذکورۂ بالا نظریہ کے مطابق، نمکوں، ترشوں اور اساسوں کے آبی محلولات میں حل شدہ سالمات کا ایک معین تناسب برقائے ہوئے روانات میں تحلیل ہوتا ہے اور کسی مخصوص حالت میں یہ تناسب سالمی موصلیت کی پیمائش سے تخمین کیا جا سکتا ہے۔ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ روانات ایک دوسرے کے غیر تابع ہوتے ہیں اور اگر یہ عدم مناسبت کامل ہو تو انہیں بحیثیت جداگانہ سالمات کے عمل کرنا چاہیئے۔ بنا بریں ہمیں اس امر کی توقع رکھنی چاہیئے کہ جب سالمی وزن کی تخمین کے مروجہ طریقوں سے نمکی محلولات کا معائنہ کیا جاتا ہے تو ان کا سلوک استثنائی ہونا چاہیئے اور حل شدہ اشیاء کے سالمی اوزان، معمولی سالمی ضابطوں سے حاصل کردہ قیمتوں کی بہ نسبت، کم ہونے چاہئیں۔ جیسا کہ اوپر ذکر ہو چکا ہے۔ ایسی غیر معمولی نسبتیں اکثر مشاہدہ کی جاتی ہیں۔ جب معمولی نمک اور دیگر مشابہ نمکوں کے سالمی اوزان، ان کے آبی محلولات کے نقاطِ انجماد یا جوش کے ذریعہ سے تخمین کئے جاتے ہیں تو حاصل شدہ اعداد ضابطہ NaCl وغیرہ کے مطابق قیمتوں کے نصف سے ذرا ہی زیادہ ہوتے ہیں یعنی نقطۂ انجماد کی پستی اور نقطۂ جوش کی بلندی، طبعی قیمت کی بہ نسبت تقریباً دوگنی ہوتی ہے۔ گنے کی شکر (Cane sugar) کا طبعی محلول ۔۱۸۶ء پر اور معمولی نمک کا طبعی محلول ۔۳۴۶ء پر منجمد ہوتا ہے۔ پستی کے لئے ایسی غیر معمولی بڑی قیمت یہ ظاہر کرتی ہے کہ معمولی نمک کے طبعی محلول میں گنے کی شکر کے طبعی محلول کی بہ نسبت حل شدہ سالمات کی تعداد زیادہ ہے حالانکہ ہر ایک محلول میں حسابی شمار کے معمولی طریقہ کے مطابق، فی لیٹر صرف ایک گرام سالمہ فرض کیا جاتا ہے۔ یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیئے کہ صرف برق پاشیدہ محلولات کی حالت میں ایسی غیر معمولی بڑی قیمتیں حاصل ہوتی ہیں۔ برعکس اس کے غیر برق پاشیدہ محلولات کی صورت میں حاصل شدہ قیمتیں، طبعی قیمتوں کی بہ نسبت تقریباً ہمیشہ مساوی یا کم ہوتی ہیں۔ سابقہ صفحات میں ہم غیر معمولی

قلیل قیمتوں کی توجیہ سالمی ایتلاف کی وساطت سے کرچکے ہیں (صفحہ ۳۱۲ جلد اول) اِس لیئے اسی طرز استدلال سے ملحی محلولات کی صورت میں غیر معمولی بڑی قیمتیں سالمات کے افتراق سے منسوب کی جاسکتی ہیں۔

فانٹ ہوف (Van't Hoff) نے ملحی محلولات کے لیئے ایک جزوِ ضربی ز تجویز کیا تھا جس کے ساتھ نقطۂ انجماد وغیرہ کی طبعی قیمت کو ضرب دینے سے واقعی طور پر حاصل شدہ قیمت دستیاب ہوتی ہے۔ مثلاً معمولی نمک کے محلول کے لیئے نقطۂ انجماد کی پستی "طبعی" قیمت ۸۷ء۱ کی بجائے جو غیر برق پاشیدوں کے ایک گرام سالمہ فی لیٹر محلولات کی صورت میں حاصل ہوتی ہے، ۴۶ء۳ ہے۔ اس حالت میں $ز = \frac{۳،۴۶}{۱،۸۷} = ۱،۸۵$ یعنی طبعی قیمت ۸۷ء۱ کو مشاہدہ کردہ قیمت ۴۶ء۳ کے مساوی کرنے کے لیئے ہمیں ۸۵ء۱ سے ضرب دینی پڑتی ہے۔

سب سے اول یہ امر قابلِ لحاظ ہے کہ چونکہ تُرشے اور اساس برق پاشیدی افتراق کے نظریہ کے مطابق ۲ روانات میں مفترق ہوتے ہیں، اُن کے لیئے جزوِ ضربی ز ۲ سے کبھی زیادہ نہیں ہوتا۔ اگر دو روانات میں افتراق مکمل ہوتا تو نقطۂ انجماد کی پستی کی قیمت، طبعی قیمت سے دُگنی ہونی چاہیئے کیونکہ افتراق کے باعث ہر ایک سالمہ جو معمولی کیمیائی ضابطہ سے تعبیر کیا جاتا ہے، دو جداگانہ سالمات میں منقسم ہو جاتا ہے۔ ترقیق کی عام قیمتوں کے لیئے، افتراق کبھی مکمل نہیں ہوتا، لہذا پستی کی قیمت ۲ سے قدرے کم ہونی چاہیئے جیسا کہ واقعۃً مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ جب نظریۂ افتراق کے مطابق دو سے زیادہ برقائے ہوئے سالمات میں افتراق ہو سکتا ہے تو نقطۂ انجماد کی پستی سے ز کی حاصل شدہ قیمتیں ۲ سے بڑی ہوتی ہیں۔ مثلاً نظریۂ افتراق کے مطابق، سٹرانشیم کلورائیڈ (Strontium Chloride) لا تناہی ترقیق پر تین روانات (Cl' Sr'' Cl' اور Cl' میں مفترق ہوتا ہے جن میں سے پہلے روان پر ۲ مثبت برقی بار اور باقی ماندہ دو روانات پر ایک ایک منفی برقی بار ہوتا ہے۔ بنا بریں

اوسط ترقیق پر ز کی قیمت ۳ سے کم مگر ۲ سے زیادہ ہونی چاہیئے۔ اس قیاس کی تصدیق میں ہم دیکھتے ہیں کہ اسٹرانشیم کلورائیڈ کے عشر طبعی محلول میں پستی ۰٫۰۰۷ کی بجائے جو دیگر غیر برق پاشیدوں کے لئے حاصل ہوتی ہے ۰٫۴۸۹ ہوتی ہے۔ پس ز کی قیمت $\frac{۰٫۴۸۹}{۰٫۱۸۷}$ = ۲٫۶ ہے۔

امثلۂ بالا سے عیاں ہے کہ کسی مخصوص حالت میں درجۂ روانیت اور فانٹ ہوف کے جزو ضربی ز کے درمیان ایک بسیط عددی تعلق ہے اور اگر ایک معلوم ہو تو دوسرا محسوب کیا جا سکتا ہے۔ اگر محلول میں کسی ثنائی نمک کا درجۂ روانیت ف ہو تو محلول میں ۱۔ ف غیر مفترق سالمات اور ۲ ف مفترق سالمات ہونگے یعنی ہر ایک سالمہ کے عوض جس کا اظہار کیمیائی ضابطہ سے کیا جاتا ہے ۱ + ف سالمے موجود ہونگے۔ بنا بریں نقطۂ انجماد کی پستی وغیرہ طبعی قیمت کی بہ نسبت ۱ + ف گنی زیادہ ہوگی یعنی

ز = ۱ + ف

اگر اصلی سالمہ روانیت مکمل ہونے کی صورت میں ن روانات میں منقسم ہوتا ہے اور ف سے مراد روانی تناسب ہے تو ۱۔ف غیر مفترق سالمے اور ن ف مفترق سالمے ہونگے یعنی ہر ایک اصلی سالمہ کے عوض ۱ + (ن-۱) ف سالمے ہونگے اور

ز = ۱ + (ن - ۱) ف

ہوگا۔ اگر ف کی قیمت ز کی رقموں میں ظاہر کی جائے تو دو روانات میں مفترق ہونے کی حالت میں

ف = ز - ۱

اور ن روانات میں مفترق ہونے کی حالت میں

ف = $\frac{ز - ۱}{ن - ۱}$

یہ روابط طاقتور برق پاشیدوں کے لئے صرف تقریبی ہیں (دیکھو صفحہ ۰۰) اگر ایک ہی محلول کے لئے ز کی قیمت بماہ راست نقطۂ انجماد سے

اور بالواسطہ برقی موصلیت کی بنا پر ف کی تخمین سے، مستنبط کی جائے تو دونو طریقوں
کے درمیان عمدہ مطابقت پائی جاتی ہے۔ غیر برق پاشیدوں کی صورت میں،
جہاں ف = ۰ ہوتا ہے ز = ۱ ہوتا ہے یعنی نقطۂ انجماد کی پستی وغیرہ کے
لئے طبعی قیمت حاصل ہوتی ہے۔ آرھینیوس نے ثابت کیا تھا کہ برق پاشیدوں
کی صورت میں، نقطۂ انجماد سے اور برقی موصلیت سے مستنبط ز کی قیمتوں
کے درمیان، ۵ فی صدی سے زیادہ اختلاف نہیں ہوتا۔

مندرجۂ ذیل فہرست میں پوٹاسیم کلورائیڈ کے محلولات کے درجۂ
روانیت کی اُن قیمتوں کا جو، مر بہ موصلیت کی تخمین سے وہیتھم (Whetham)
نے محسوب کی تھیں اور نقطۂ انجماد پر مختلف محققین کے مشاہدات کے بہترین
سلسلہ کی اوسط قیمتوں کا مقابلہ کیا گیا ہے۔ پہلے خانہ میں، ترقیق لیٹروں میں،
دوسرے میں فی صدی افتراق کی قیمتیں نقاطِ انجماد سے مستنبط اور تیسرے
میں نظریۂ افتراق کی وساطت سے صفر درجہ مئی پر کی موصلیت سے شمار کردہ
قیمتیں درج کی گئی ہیں:۔

ترقیق یا لکاؤ (ھ)	فیصدی روانیت = ۱۰۰ ف نقطۂ انجماد سے	موصلیت سے
۱۰	۸۶٫۰	۸۹٫۹
۲۰	۸۸٫۸	۹۱٫۷
۳۳٫۳	۹۰٫۸	۹۳٫۲
۱۰۰	۹۵٫۳	۹۶٫۲

یہ فہرست، حسابی شمار کے دو مختلف طریقوں کے عددی توافق کی ایک عمدہ صنفی
مثال ہے۔ اِن طریقوں کے متعلق یہ بات یاد رکھنی چاہیئے کہ تجربی طور پر یہ طریقے
ایک دوسرے کے بالکل غیر تابع ہیں۔ بالعموم اختلاف، واقعی قیمتوں کے
۲ یا ۳ فی صدی کے مساوی ہوتا ہے اور موصلیت سے حاصل کردہ اعداد،
عام طور پہ، بڑے ہوتے ہیں لیکن دونوں سلسلوں کا توافق کافی نمایاں ہے،

مرتکز محلولات میں، اختلافات زیادہ ہوتے ہیں کیونکہ موازنہ کی شرائط پوری نہیں کی جاتیں۔

بیانِ بالا سے واضح ہے کہ برق پاشیدی افتراق کے نظریہ کی وساطت سے، نقطۂ انجماد، نقطۂ جوش اور بالعموم ولوجی دباؤ سے حاصل کردہ تمام قیاسات کی رو سے طاقتور ترشوں، اساسوں اور نمکوں کے محلولات کے خلاف قاعدہ رویہ کی کیفی توجیہ دستیاب ہو جاتی ہے۔ نہ صرف یہ بلکہ نظریۂ افتراق سے ملحی محلولات کے اکثر خواص کی جمعی ماہیت کی تشریح بھی کی جا سکتی ہے۔ کسی سابقہ باب میں یہ ثابت کیا جا چکا ہے کہ آبی محلول میں نمکوں کے خواص کی سادہ توجیہ یہ ہے کہ وہ دو رقوم کے حاصل جمع ہوتے ہیں۔ ان رقوم میں سے ایک نمک کے اساسی یا مثبت حصے پر اور دوسری ترشئی یا منفی حصے پر مبنی ہوتی ہے۔ نظریۂ افتراق کے مطابق، پانی میں حل ہونے کے بعد نمک واقعی طور پر مثبت اور منفی رواںات میں منقسم ہو جاتا ہے جو اس کے بعد ایک دوسرے سے آزاد رہتے ہیں اور اس لئے ایک قسم کا رواں، دوسری قسم کے رواںات سے متاثر ہوئے بغیر، محلول کو اپنے خواص سے متصف کر دیتا ہے۔ بنا بریں کسی ملحی محلول میں کسی معین خاصیت کی مجموعی عددی قیمت، مثبت رواں کی قیمت اور منفی رواں کی قیمت کے حاصل جمع کے برابر ہوگی بالخصوص جبکہ محلولات ہلکے ہوں۔ اس طور سے ہلکے ملحی محلولات کے خواص کی جمعی ماہیت کے لئے ایک تسلی بخش توجیہ حاصل ہو جاتی ہے۔

نظریۂ افتراق کے توسط سے، متعدد ایسے واقعات کی بھی، جو بلحاظ اپنی عمومیت کے بلا غور و فکر صحیح تسلیم کر لئے جاتے ہیں، سادہ توجیہ ہوتی ہے۔ یہ امر بخوبی معلوم ہے کہ آبی محلول میں نمکوں کی ثنائی تحلیل (Double decomposition) باسانی ممکن ہوتی ہے۔ اگر کسی حل پذیر کلورائیڈ (Chloride) میں کوئی حل پذیر نقرئی نمک ملایا جائے تو سلور کلورائیڈ (Silver Chloride) کا رسوب فوراً پیدا ہوتا ہے۔ اس حالت میں مثبت اور منفی اصلیوں کے درمیان ان کے رفقار کا تبادلہ ہوتا ہے۔

یہ تبادلہ مستعدی سے اس لیے ممکن ہوتا ہے کہ مثبت اور منفی اصلیے محلول میں بحیثیت روانات کے آزادانہ حالت میں موجود ہوتے ہیں، بنا بریں کیمیائی عمل کی ماہیت یہ ہے کہ نقرئی روانات اور کلورائیڈ روانات متحد ہو کر غیر حل پذیر سلور کلورائیڈ بناتے ہیں۔ اگر پانی کی بجائے الکوہل بطور محلل استعمال کیا جائے تو بھی عمل ویسی ہی مستعدی سے ہوتا ہے۔ اب اگر ہم الکوہل میں کسی نامیاتی کلورائیڈ مثلاً فینل کلورائیڈ (Phenyl chloride) کا محلول لیں تو ہم دیکھینگے کہ یہ غیر برق پاشیدہ ہوتا ہے۔ بنا بریں اگر اسے "سلور نائیٹریٹ" کے الکوہلی محلول سے ملایا جائے تو ثنائی تحلیل واقع نہیں ہوتی۔ کافی عرصہ تک جوش دینے کے بعد بھی سلور کلورائیڈ کی حاصل شدہ مقدار ہیچ ہوتی ہے۔ اِس مثال میں، محلول کے وجود میں نقرئی روانات کے ساتھ براہِ راست متحد ہونے کے لئے آزاد کلورائیڈ روانات موجود نہیں، اس لئے عمل بھی بہت سست ہوتا ہے۔ دیگر نامیاتی لونجی مرکبات، الکوہل میں حل ہونے کی حالت میں، فینل کلورائیڈ (Phenyl chloride) کی بہ نسبت زیادہ تیز عمل کرتے ہیں۔ لیکن ان کی رفتارِ عمل، غیر نامیاتی کلورائیڈز کی بہ نسبت سست ہوتی ہے۔ آبی محلول میں نمکوں کے درمیان ایسے تعامل جو روانات کی محض از سرِ نو ترتیب کے ذریعہ پیدا نہیں ہوتے، ثنائی تحلیل کی بہ نسبت، جہاں روانات کی ترتیب کے سادہ تغیر کے علاوہ اور کوئی تغیر وقوع پذیر نہیں ہوتا، بہت سست ہوتے ہیں۔ اس صنف کے تعامل کی مثالیں آبی محلول میں تکسید اور تحویل کے واقعات ہیں۔ مثلاً فیرس (Ferrous) نمکوں میں یا سٹینس (Stannous) نمکوں سے فیرک (Ferric) نمکوں سے سٹینک (Stannic) نمکوں میں، اور ان کے برعکس تبدیلی۔ اگرچہ ان کلیوں کے مستثنیات دستیاب ہوتے ہیں تاہم یہ ویسے ہی وسیع الاطلاق ہیں جیسا کہ برق پاشیدی افتراق کے نظریہ سے توقع کی جا سکتی ہے۔

غیر آبی محلولات کے برق پاشیدی سلوک کے متعلق عام طور پر یہ

کہا جاسکتا ہے کہ آبی محلولات کی بہ نسبت ان کے واقعات کم سادہ ہیں۔ نامیاتی محلّلوں مثلاً الکوہلز کے علاوہ جن کا اوپر ذکر ہوچکا ہے، ایسے محلّل مثلاً مائع امونیا، مائع ہائیڈروسیانک (Hydrocyanic acid) ترشہ اور مائع سلفر ڈائی آکسائیڈ (Sulphur dioxide) استعمال کئے گئے ہیں اور ان سے بہت دلچسپ نتائج حاصل ہوئے ہیں۔ مثلاً بروہین (Bromine) جو معمولی محلّلوں میں حل کی جاتی ہے تو صرف برائے نام موصل ہوتی ہے، جب مائع سلفر ڈائی آکسائیڈ (Sulphur dioxide) میں حل کی جاتی ہے تو اس کی سالمی موصلیت، بہت سے کمزور ترشوں کے آبی محلولوں کی سالمی موصلیت کی بہ نسبت زیادہ ہوتی ہے۔ ٹرائی فینل میتھل کلورائیڈ $(C_6H_5)_3CCl$ مائع سلفر ڈائی آکسائیڈ میں ویسا ہی عمدہ موصل ہے جیساکہ میتھل امونیم کلورائیڈ (Methyl ammonium chloride) $N(CH_3)H_3Cl$ جو عام طور پر ایک صحیح نمک تسلیم کیا جاتا ہے۔ مائع آیوڈین (Iodine) میں پوٹاسیم آیوڈائیڈ (Potassium Iodide) کا محلول ایک خاصہ عمدہ موصل ہے۔ ایسی حالتوں میں اس امر کا اندازہ لگانا مشکل ہوتا ہے کہ رواں در اصل کیا ہوتے ہیں۔ لیکن ان مثالوں سے یہ حقیقت واضح ہوجاتی ہے آیونوجینک (Ionogenic) مرکبات کے متعلق ہمارے خیالات وسعت کے محتاج ہیں تاکہ معمولی ترشوں، اساسوں اور نمکوں کے علاوہ، بہت سے دوسرے اشیاء بھی ان کے ساتھ شامل کرلئے جاسکیں۔

مختلف اشیاء کے برق گزار مستقلوں کی فہرست مندرجہ صفحہ ۔۔ کے معائنہ سے واضح ہوتا ہے کہ وہ محلّل جن کے لئے اس مستقل مقدار کی قیمت بڑی ہے "خود ایتلافی" ہیں اور ان کا رُجحان حل شدہ اشیاء کے ساتھ تعامل کرنے کی طرف ہوتا ہے (صفحہ ۳۲۳ جلد اول) ان دونوں خواص کے باعث، غالب قیاس یہ ہے کہ روانیت سے قبل، یہ محلّل منحل اشیاء سے متحد ہوجاتے ہیں۔ اور پھر حاصل شدہ مرکب برقائے ہوئے سالمات یا روانات میں مفترق ہوجاتا ہے۔ اگر غیر آبی محللوں کے ساتھ ان موصل ترکیبوں پہ

جن کا ذکر سابقہ پیراگراف میں ہو چکا ہے نگاہ ڈالی جائے تو محلل اور منحل کے درمیان اتحاد کی طرف رجحان پایا جائیگا۔ مثلاً آبی محلولات میں بھی "پوٹاسیم آیوڈائیڈ" آیوڈین کے ساتھ مل کر "پرآیوڈائیڈ" (Periodide) بناتا ہے۔

عام طور پر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ محلل اور منحل میں کیمیائی عمل کا تقاضا روانیت (Ionisation) کی ایک شرط معلوم ہوتا ہے۔ آبی محلولات [illegible] ہمیں یہ دریافت ہوا ہے کہ درجۂ روانیت اور منحل کے آبید (ہائیڈریٹ) بنانے کے تقاضے کے درمیان ایک واضح مناسبت ہے۔ طاقتور ترشے، مثلاً عام طور پر آبی محلول سے پست تپشوں پر آبیدوں کی شکل میں قلما جاتے ہیں دراں حالیکہ کمزور نامیاتی ترشے ایسا نہیں کرتے۔ معہذا اگر ہم استثنائی نمکوں مرکیورک کلورائیڈ اور مرکیورک سائیانائیڈ پر غور کریں جو بہت ہی خفیف روانی (Ionised) ہوتے ہیں، ہم دیکھتے ہیں کہ وہ آبی محلول سے نابیدگی (Anhydrous) کی حالت میں قلماتے ہیں لیکن طبعی طور پر روانی نائیٹریٹ سلفیٹ اور فلورائیڈ آبیدوں کی شکل میں قلماتے ہیں۔ اس رائے کی تائید میں کہ روانیت سے پہلے محلل اور منحل کے مابین اتحاد پیدا ہوتا ہے بہت کچھ کہا جا سکتا ہے۔

یہ بیان ہو چکا ہے کہ طاقتور ثنائی برق پاشیدوں کے لئے ف کی قیمت معمولی طریقہ سے سالمی موصلیت کے ذریعہ محسوب نہیں کی جا سکتی، اس لئے کہ ترقیق کے ساتھ روانات کی رفتار متغیر ہوتی ہے۔ اس تغیر کی وجہ سے جو شکوک پیدا ہوتے ہیں اگر وہ بھی رفع ہو جائیں تو بھی کمیتی عمل کا ہمادہ کلیہ صحت کے ساتھ نہیں عائد کیا جا سکتا کیونکہ معتدبہ روانی ارتکاز والے محلولات کی عاملیت اور ارتکاز کے مابین کوئی تناسب موجود نہیں ہے۔ پس اوسٹوالڈ (Ostwald) کا کلیہ طاقتور ثنائی برق پاشیدوں کے لئے استعمال نہیں ہو سکتا۔ درجۂ روانیت ف کو جو نسبت $\frac{\text{ص}}{\text{ص}_\infty}$ کے ذریعہ ناپا جاتا ہے ترقیق یا ہلکاؤ ح کے ساتھ ملا کر بعض امتحانی رابطے تجویز کئے گئے ہیں جن میں وانٹ ہوف کا ذیل کا ضابطہ بھی ہے:—

$$\frac{ف^{۲}}{(۱ - ف)^{۲} ھ} = مستقل$$

لیکن ان سے صرف تقریبی قیمتیں حاصل ہوتی ہیں۔
نمکوں کی سالی موصلیت اور ان کے ارتکاز کے مابین مندرجۂ ذیل رابطہ کوہلراوش کا مجوزہ ہے:-

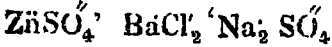
$$(ص_{\infty} - ص_{ھ}) \sqrt[۳]{ھ} = مستقل$$

یہ ضابطہ نمکوں کے لئے ۰۰ اسے زیادہ ترقیق کی صورت میں صحیح پایا جاتا ہے۔
نظری تحقیق میں اب عموماً یہ فرض کرلیا جاتا ہے کہ طاقتور برق پاشیدوں کی روانیت اوسط ارتکازوں کی صورت میں تقریباً مکمل ہوتی ہے۔ نمکوں کی قلمی ساخت کی نسبت ہماری جو معلومات ہیں یہ مفروضہ اُن کے ساتھ مطابقت رکھتا ہے۔ جواہر و سالمات کے ابعاد کے باب میں ہم دیکھیں گے کہ قلمی سوڈیم کلورائیڈ مکمل سالمات سے نہیں بنا ہوتا ہے بلکہ سوڈیم اور کلورین کے برقائے ہوئے جواہر (روانات) پر مشتمل ہوتا ہے۔ قلم کے اندر ان روانات کو حرکت کی آزادی نہیں نصیب ہوتی اور اس لئے وہ برق کے ایصال میں قاصر رہتے ہیں۔ جب قلم پگھلائی جاتی ہے یا پانی میں حل کی جاتی ہے تو روانات ان قیود سے آزاد ہو جاتے ہیں جو قلم کے اندر ان پر عمل کرتے تھے۔ انہیں حرکت کی آزادی مل جاتی ہے اور اس لئے وہ ایک برقیرہ سے دوسرے برقیرہ تک حاملِ برق کی خدمت انجام دے سکتے ہیں۔
مثالی برق پاشیدے کی نسبت اگر یہ سادہ مفروضہ مان لیا جائے کہ اس میں کامل روانیت ہوتی ہے تو ہر ایک ہلکاؤ کے لئے وانٹ ہوف کا جزوِ ضربی (صفحہ ۶۳) ۲ ہوتا اگر برقی باروں کا اثر روانات کی عاملیت میں تغیر تبدل نہ پیدا کرتا۔ ملنر (Milner) نے ایک نظریہ پیش کیا جو طاقتور برق پاشیدوں کی کامل روانیت پر مبنی ہے۔ اس نے یہ بتایا کہ اپنے برقی بار کی وجہ سے بہ حیثیتِ مجموعی ایک روان کے بالکل قریب

ہیں مخالف علامت کے رواناات کا بہت زیادہ ارتکاز ہوگا بہ نسبت اس کی علامت کے رواناات کے ارتکاز کے۔ ان باہمی روانی کششوں کا نتیجہ یہ ہوگا کہ محلول کو ہلکا کرتے وقت رواناات کو ایک دوسرے سے علٰحدہ کرنے میں کام کرنا پڑیگا اور اس لئے ترقیق کے تغیر کے ساتھ ساتھ رواناات کا عاملیت کا جزوِ ضربی بھی متغیر ہوگا اگرچہ درجۂ روانیت اپنی اعظم قیمت پر مستقل رہیگا۔

جے۔ سی۔ گھوش نے فرض کرلیا کہ کامل روانی محلول میں سب کے سب رواناات برقی باروں کے اثر کی وجہ سے حرکت کرنے کے لئے آزاد نہیں ہیں۔ صرف وہی رواناات موصلیت میں مدد دیتے ہیں جو حرکت کرتے ہیں۔ خالص برقی پیمائشات کے ذریعہ سے ان متحرک رواناات کا تناسب محسوب کیا جاسکتا ہے پس کیمیتی عمل کا کیمیائی کلیہ اس مسئلہ کے حل میں داخل ہی نہیں ہوتا۔ یک گرفتی طاقتور برق پاشیدوں کے لئے گھوش کا نظریہ اس عام ضابطہ کی طرف رہنمائی کرتا ہے:۔

$$\text{لوگ ف} \frac{\text{ح}}{\sqrt[3]{\;}} = \text{مستقل}$$

جس میں ف سے نمک کے "عامل" تناسب کی تعبیر ہوتی ہے۔ یہ اوسٹوالڈ کے ہلکاؤ والے ضابطہ کے درجۂ روانیت کے متناظر ہے۔ گھوش کا ضابطہ مناسب تغیر و تبدل کے ساتھ صنف $ZnSO_4$، $BaCl_2$، Na_2SO_4 کے برق پاشیدوں پر بھی عائد ہوا ہے۔ غیر آبی محلولات پر بھی وہ حاوی ہے لیکن بعد کو ثابت ہو چکا ہے کہ اس مسئلہ کے حل کرنے میں گھوش نے جو عمل تشریح اختیار کیا تھا اس میں نقص ہے۔ اب اس کے نظریہ کے عوض ڈیبائی (Debye) اور ہوکل (Hückel) کا نظریہ عام طور پر تسلیم کرلیا گیا ہے۔ ان کی تشریح ملنر کے مفروضات کے مشابہ مفروضات پر مبنی ہے۔

(نوٹ۔ آٹھویں اور نویں ایڈیشن میں صاحبین داکرنے گھوش کے ضابطہ کو تسلیم کرکے کسی قدر تفصیل کے ساتھ اس کا نظریہ بھی قلمبند کیا تھا۔ لیکن بعد میں جب یہ ضابطہ مسترد کردیا گیا تو دسویں ایڈیشن میں محض مندرجہ بالا مختصر بیان

پر اکتفا کر کے گھوش کے نظریہ کو ختم کر دیا۔ شاید بعض ناظرین گھوش کے عام ضابطہ سے واقف ہونا چاہتے ہوں۔ اُن کی سہولت کے لئے انگریزی کتاب کے نویں ایڈیشن سے مندرجۂ ذیل مضمون اقتباس کیا جاتا ہے۔)

درجۂ روانیت کی تخمین کے لئے موصلیت اور نقطۂ انجماد والے طریقوں کے درمیان صحیح توافق نہ پایا۔ جانے کی علت اور عملاً برق پاشیدوں کی لیت میں اوسٹوالڈ کے کمیتی عمل والے ترقیق کے کلیہ (صفحہ ۱۶ ۵) سے انحراف کے متعلق متعدد توجیہات پیش کی جاچکی ہیں۔ ان سب میں سے زیادہ کامیاب تشریح جے سی گھوش (J. C. Ghosh) کی پیش کردہ ہے۔ گھوش فرض کرتا ہے کہ پوٹاسیم کلورائیڈ جیسے نمک ایک ہکاؤ پر کامل طور پر روانی ہوتے ہیں۔ لیکن محلول میں تمام روانات برقی ذروں کے اثر کے باعث آزادانہ حرکت نہیں کر سکتے۔ اور صرف متحرک روانات موصلیت میں حصہ لیتے ہیں۔ کسی معین ترقیق پر متحرک روانات کا تناسب خالص برقی مقداروں سے محسوب ہو سکتا ہے۔ اس لئے اس مسئلہ میں کمیتی عمل کے کیمیائی کلیہ کو کچھ دخل نہیں ہے۔

گھوش کا عمومی ضابطہ حسب ذیل ہے:-

$$ف = و^{-\frac{ا}{ن م ت}}$$

جہاں ف = درجۂ افتراق

و = طبعی لوگارثموں کا اساس

ن = روانات کی تعداد جس میں برق پاشیدہ کا ایک سالمہ متفرق ہوتا ہے۔

م = گیسی مستقل

ت = مطلق تپش

اور ا = کام کی مقدار جو ایک گرام سالمہ کے روانات کو ایک دوسرے کے حیطۂ کشش سے باہر گزرنے میں کرنی پڑتی ہے۔

مثلاً ایک گرفتے نمک کی صورت میں

$$ا = \frac{گ\ ب^{۲} \times ۲π^{۲} گ}{ل \times ہ^{۳} ط}$$

جہاں گ = آیوو گیڈرو کا عدد (جواہر وسالمات کے ابعاد کا باب یعنی باب ۳۲ نواں ایڈیشن) = ۶٫۰۶ × ۱۰^۲۳

ب = برقیہ کا برقی بار (باب ۳۲ نواں ایڈیشن) = ۴٫۷۷ × ۱۰^-۱۰ "سکونی برقی" اکائیاں

ل = پانی کا مستقل برق گزار = ۸۱

ہ = ترقیق یا مکعب سمروں میں۔

اگر ہم اس ضابطہ کی وساطت سے ۱۸° پر ف کی قیمت تخمین کرنا چاہیں تو گیسی مستقل م کا اظہار ارگوں میں کرتے ہوئے (صفحہ ۳۶ جلد اول تیسرا باب) ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے :-

$$لوگ\ ف = -\ لوگ \frac{۰٫۴۳۴ \times (۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}) \times (۴٫۷۷ \times ۱۰^{-۱۰})^{۲} \times \sqrt[۳]{۱۲٫۱۲ \times ۱۰^{۲۳}}}{۲ \times ۸٫۳۲ \times ۱۰^{۷} \times ۲۹۱ \times ۸۱ \times \sqrt[۳]{ہ}}$$

یا اگر ہم ترقیق یا ہ کو حسب معمول لیتروں میں ظاہر کریں تو

$$لوگ\ ف - \sqrt[۳]{ہ} = -۰٫۱۶۲۶$$

اس ضابطہ کے مطابق تمام اُن نمکوں کا جن سے دو یک گرفتہ روانات حاصل ہوتے ہیں "عامل" تناسب ایک ہی ترقیق پر مساوی ہوتا ہے اور مثل سابق نسبت $\frac{ص_ہ}{ص}$ کی وساطت سے تخمین کیا جا سکتا ہے۔ ذیل کی فہرست میں ہم نمکوں کے متعلق کوہلراؤش کے مقداروں سے مستنبط ف کی قیمتیں درج ہیں اور ان تجربی قیمتوں کے اوسط کے بالمقابل گھوش کے ضابطہ کے مطابق شمار کردہ نظری قیمتیں موازنہ کی خاطر درج ہیں۔

کوھلراؤش کی تجربی قیمتیں

ہ	KCl	NaCl	NH_4Cl	$NaNO_3$	اوسط قیمت	گھوش کی نظری قیمت
۱۰	۰٫۸۴۵	۰٫۸۳۶	۰٫۸۳۸	۰٫۸۳۶	۰٫۸۳۹	۰٫۸۴۱
۲۰	۰٫۸۶۵	۰٫۸۶۷	۰٫۸۶۱	۰٫۸۶۵	۰٫۸۶۲	۰٫۸۶۲
۵۰	۰٫۹۰۶	۰٫۹۰۵	۰٫۹۰۴	۰٫۹۰۸	۰٫۹۰۶	۰٫۹۰۴
۱۰۰	۰٫۹۲۵	۰٫۹۲۹	۰٫۹۲۳	۰٫۹۲۹	۰٫۹۲۷	۰٫۹۲۳
۲۰۰	۰٫۹۴۱	۰٫۹۴۷	۰٫۹۴۷	۰٫۹۴۰	۰٫۹۴۴	۰٫۹۳۸
۵۰۰	۰٫۹۵۶	۰٫۹۶۴	۰٫۹۵۵	۰٫۹۶۴	۰٫۹۶۰	۰٫۹۵۴
۱۰۰۰	۰٫۹۶۴	۰٫۹۷۲	۰٫۹۶۴	۰٫۹۷۲	۰٫۹۶۸	۰٫۹۶۳

نظری اور تجربی قیمتوں کے درمیان، تسلی بخش توافق ہے۔ متذکرہ بالا جدول میں سوڈیئم اور امونیئم کلورائیڈ کے لئے ف کی جو قیمتیں درج ہیں اُن میں ا، ہ صفحات ۵۲ اور ۶۰ کی مندرجہ قیمتوں میں اختلاف ص، ہ کی خفیف سی مختلف قیمتوں کی وجہ سے واقع ہوا ہے۔ یہ کسی قدر غیر صحیح ہونے کا احتمال ہے اس لئے کہ ان کا تعین براہِ راست تجربہ کے ذریعہ نہیں ہو سکتا بلکہ بذریعہ ترسیم عمل میں آتا ہے۔

نیم برق پاشیدوں کی حالت میں "کمیتی عمل" کا معمولی کلیہ، برقی توازن کے باعث، جو طاقتور برق پاشیدوں کی حالت میں پایا جاتا ہے، قدرے قلیل ترمیم شدہ صورت میں عائد ہوتا ہے۔

ڈیبائی اور ہوکل کی تشریح میں تفصیل کے ساتھ رواناٹ کی جسامت اور اُن کی تشکیل اور نیز اُن کے برقی باروں کا لحاظ کیا جاتا ہے۔ اس کے ذریعہ انہوں نے ملحی محلول کی دلوجی قدر، برق پاشیدہ اور اس کے افرادی مشمولہ رواناٹ کی عاملیت کی قدروں اور سالمی موصلیت کے لئے قیمتیں مستنبط کیں۔ کوھلراؤش کا امتحانی کلیہ (صفحہ ۷۰- طبیعی کیمیا حصۂ دوم)

ان کے مفروضات سے نظری طور پر حاصل ہوتا ہے۔ اس نظریہ سے جو ضابطے حاصل ہوتے ہیں ان میں وہ سادگی نہیں پائی جاتی ہے جو آرھینوس کی ابتدائی تجویز میں موجود ہے۔ اور وہ معمولی آسان طریقوں سے ثابت نہیں کئے جا سکتے۔ یہ بتا دینا ضروری ہے کہ ان ضابطوں کا اطلاق زیادہ تر بہت ہی ہلکے محلولات پر صادق آتا ہے۔

روانیت کے پرانے اور نئے نظریوں میں فرق مختصراً حسب ذیل ہے:-

ابتدائی نظریہ میں یہ سمجھا جاتا تھا کہ روانیدہ اور غیر روانی سالمات میں توازن کمیتی عمل کے سادہ کلیہ کے لحاظ سے قائم ہوتا تھا اور ایسے تمام محلولات کی مثال ہیں جن کی ترقیق اس قدر کافی ہو کہ ان کی لزوجت تقریباً پانی کی لزوجت کے مساوی ہو، روانیت کا تناسب مشاہدہ شدہ موصلیت اور لاتناہی ترقیق پر کی موصلیت کی نسبت سے محسوب ہو سکتا تھا۔ حالیہ نظریہ کے موجب فعالیت کی قدروں کو شریک کر کے کمیتی عمل کے سادہ کلیہ کو ترمیم کرنا پڑتا ہے۔ خود یہ قدریں محلول میں روانات کے ارتکاز سے متغیر ہوتی ہیں۔ علاوہ ازیں روانات کی باہمی کششوں کی وجہ سے روانیت کا تناسب سوائے اس صورت کے جبکہ روانات کا ارتکاز بہت قلیل ہوتا ہے موصلیت کی نسبت کے ذریعہ سے صحیح طور پر محسوب نہیں کیا جا سکتا۔

کمزور برق پاشیدوں مثلاً کاربالکسیلک ترشوں کے لئے روانات کی باہمی قوتوں کا اثر غیر اہم ہوتا ہے اور کمیتی عمل کے سادہ کلیہ سے مستنبط کئے ہوئے نتائج پر بہت ہی خفیف ہوتا ہے۔ کمزور ترشوں کے سلسلہ میں جن کے افتراقی مستقل م = ۰۰۰۰۱۸ء۰ سے لے کر م = ۰۰۶۵ء۰ تک بدلتے ہیں "مصححہ" مستقل روانیت ہر صورت میں اوسٹوالڈ کے مستقل سے تقریباً ۱۰ فی صد کم ہوتا پایا جاتا ہے۔ پس اگر ان مستقلوں کا محض مقابلہ کرنا مقصود ہو تو موخرالذکر یعنی اوسٹوالڈ کا مستقل اعتماد کے ساتھ استعمال کیا جا سکتا ہے۔

طاقتور برق پاشیدے جب تقریباً لاتناہی ترقیق کی حالت میں ہوتے ہیں تو ان کے لئے قدیم و جدید نظریے منطبق ہوتے ہیں کیونکہ ان صورتوں میں روانیت مکمل ہوتی ہے۔ جوں جوں ارتکاز بڑھتا ہے سالمی موصلیت

کم ہوتی جاتی ہے۔ قدیم نظریہ میں اس کی یہ توجیہ کی جاتی ہے کہ درجۂ روانیت گھٹ جاتا ہے۔ جدید نظریہ میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ روانیت تو کامل رہتی ہے اور کمتر سالمی موصلیت کا باعث برقی مزاحمت کی زیادتی ہے جو روانات کی باہمی کشش کے بڑھنے سے پیدا ہوتی ہے۔ قدیم نظریہ کے بموجب ہم درجۂ روانیت کی پیمائش ولوجی دباؤ، نقطۂ انجماد کی کمی اور اُن کے مماثل دوسرے طریقوں کے ذریعہ کر سکتے ہیں جن کا ذکر صفحہ ۶۳ - طبیعی کیمیا حصہ دوم) پر آ چکا ہے۔ جدید نظریہ میں روانیت تمام مختلف ارتکازوں کی حالت میں مکمل تصور کی جاتی ہے۔ ولوجی قدر کی کمی کی یہ توجیہ ہوتی ہے کہ روانات کے ارتکاز کے ساتھ عاملیت کی قدر گھٹ جاتی ہے۔ موصلیت اور نقطۂ انجماد والے طریقوں کے مابین درجۂ روانیت کے متعلق جو تطابق پایا جاتا ہے حالیہ نقطۂ نظر سے وہ زیادہ تر ایک اتفاقی امر ہے۔

یہ مفروضہ کہ طاقتور برق پاشیدے تمام ارتکازوں میں مکمل طور پر روانی ہوتے ہیں لفظ بہ لفظ صحیح ماننے کی ضرورت نہیں۔ درجۂ روانیت آرّھینوس کے سادہ نظریہ کے مفروضہ درجے سے بلاشبہ بڑا ہوتا ہے اور ممکن ہے کہ معمولی ارتکازوں کی حالت میں وہ اس قدر قریب قریب مکمل ہو کہ مزید ہلکاؤ سے اس میں کوئی قابلِ لحاظ تبدیلی پائی جائے۔ اگر بطور مثال ہائیڈروکلورک ترشہ طبیعی محلول میں ۹۹ فی صد سے بھی زیادہ روانی ہو تو وہ خط جس میں روانیت بڑھ سکتی ہے اس قدر محدود ہے کہ روانات کی باہمی قوتوں کے تغیرات کے مقابلہ میں درجۂ روانیت کی تبدیلی کو بالکل نظر انداز کر دے سکتے ہیں۔ لیکن اس کے برعکس بالکل مرتکز محلولات میں سالمات کا بیشتر حصہ غالبًا غیر روانی حالت میں ہے۔ کیونکہ یہ ثابت کیا جا چکا ہے کہ ہائیڈروکلورک ترشہ کی تقسیمی قدر ایسے آبی محلولات اور بنزین (Benzene) میں قریب قریب مستقل ہوتی ہے۔ اس نتیجہ سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دونوں محللوں کے اندر سالمات ایک ہی ہوتے ہیں (صفحہ ۳۱ - طبیعی کیمیا حصہ اول) اور بنزین میں ہائیڈروکلورک ترشہ بطور غیر روانی سالمات کے

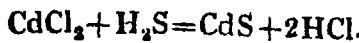
موجود ہوتا ہے۔ درمیانی ارتکازات کے لیے روانیت کی قیمتیں بھی درمیانی ہونی چاہئیں۔
جدید مصنف کے نظریہ میں ایک نمایاں فائدہ یہ ہے کہ وہ تمام اصناف گرفت کے برق پاشیدوں کے خواص کی مساوی خوبی کے ساتھ توجیہ کرتا ہے اس لیے کہ اس نظریہ میں صرف روانات کے ارتکازوں کا نہیں بلکہ ان کی برقی گرفت کا لحاظ کیا جاتا ہے۔ ابتدائی نظریہ کے بموجب $Na\ NO_3$ اور $Mg^{\cdot\cdot}SO_4''$ کے برتاؤ میں کوئی لازمی فرق نہ ہونا چاہیے۔ جدید نظریہ کی رو سے ان میں اساسی فرق ہونا چاہیے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۶۸) اور نظری طور پر جو نتائج اخذ کئے جاتے ہیں، کم ازکم عام حیثیت سے مشاہدات کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں۔
شوقین طالب علم جو نظریۂ افتراق کے نقطۂ نگاہ سے برق پاشیدگی اور برقی کیمیا کے متعلق مزید معلومات حاصل کرنا چاہے اُسے ایس آرھینیوس کی کتاب "برقی کیمیا" (مطبوعہ ۱۹۰۲ء) کا مطالعہ کرنا چاہیے۔
مقدارات موصلیت کے جداول کوھلراوش اور ھولبورن کی کتاب موسومہ
Leitvermögen der Elektrolyte, insbesondere der Losungen
۱۹۱۶ء میں درج ہیں۔
آرھینیوس کا اساسی مضمون "پانی میں حل شدہ اشیاء کا افتراق"
Zeitschrift für physikalische chemie
مطبوعہ ۱۸۸۷ صفحہ ۶۳۱ میں شائع ہوا ہے۔
غیر آبی محلولات کے متعلقہ مضامین کے حوالہ جات پی والڈن کے ایک مضمون *"On Abnormal Electrolytes"* جریدۂ بالا ۴۳ کے صفحہ ۳۸۵ (مطبوعہ ۱۹۰۳) پر دیے گئے ہیں۔
دیگر قابل دید مضامین حسب ذیل ہیں:-
ڈی میکنٹوش اور بی ڈی سٹیل ای ایچ ۔ آرچیبالڈ کا مضمون موسومہ
"The Halogen Hydrides as conducting solvents"
مطبوعہ *Philosophical Transactions* A ۲۰۵ (۱۹۰۵) صفحہ ۹۹۔
جیمز کینڈال اور جے ای بوج کا مضمون موسومہ

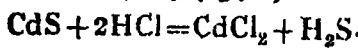
"The Mechanism of the Ionization Process"
مطبوعہ Jour. Amer. Chem. Society ۳۹ (۱۹۱۶) صفحہ ۲۳۲۲۔
ایس۔ آر۔ ملنر "برق پاشیدوں پر رواناست کی باہمی قوتوں کا اثر"
Philosophical Magazine (۲۳) ۱۹۱۲ء صفحہ ۵۵۱۔ ایضاً (۲۵) ۱۹۱۳ء صفحہ ۷۴۲۔
پی۔ ڈیبائی اور ای ہیوکل (P. Debye & E. Hückel)
"برق پاشیدوں کا نظریہ" Physikalische Zeitschrift (۲۴) ۱۹۲۳ء صفحات ۱۸۵، ۳۰۵
اے۔ اے۔ نائز (A. A. Noyes) "The inter-ionic
Attraction Theory of Ionised Solutes" (روانی محلول کے روانات کی باہمی
کشش کا نظریہ) (۴۶) ۱۹۲۴ء صفحات ۱۰۸۰۔۱۰۰۰ مطبوعہ Journal Amer. Chem. Soc.
جے۔ سی۔ گھوش کا مضمون موسومہ "The abnormality of strong
Electrolytes" Transactions of the chemical Society
۱۱۳ (۱۹۱۸) صفحات ۴۴۹، ۶۲۷، ۷۰۷ اور ۷۹۰۔
دیکھو ڈی۔ ایل۔ چیپمین (D. L. Chapman) اور ایچ۔ جے۔ جارج
(H. J. George) Philosophical Magazine (۴۱) ۱۹۲۱ء صفحہ ۷۹۹۔
اور جے کینڈال (J. Kendall) مطبوعہ Jour. Amer. Chem. Soc.
(۴۴) ۱۹۲۲ء صفحہ ۷۱۰۔
R. W. Knight and C. N. Hinshelwood کا مضمون
The Partition of Hydrogen chloride between water & Benzene
Jour. Chem. Soc. ۱۹۲۷ء صفحہ ۴۶۶۔
D. A. Innes کا مضمون "The Ionization of Weak Electrolytes"
Jour. Chem. Soc. Amer. (۴۸) ۱۹۲۶ء صفحہ ۲۰۶۸۔
طاقتور برق پاشیدوں کے مسائل پر ایک عام بحث "Transactians
of the Faraday Society" (۲۳) ۱۹۲۷ء صفحہ ۳۳۳ میں موجود ہے

باب بست وچہارم

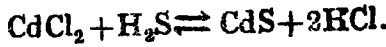
کیمیائی توازن

متعدد کیمیائی اعمال' جن سے طالب علم کو معمل کیمیائی میں واسطہ پڑتا ہے' متعاکس یا انقلاب پذیر ہوتے ہیں۔ یعنی مخصوص حالات کے تحت وہ ایک سمت میں واقع ہوتے ہیں اور دیگر حالات کے تحت' متضاد سمت میں واقع ہوتے ہیں۔ مثلاً اگر ہم ہائیڈروجن سلفائیڈ (Hydrogen sulphide) کی ایک رو کیڈمیم کلورائیڈ (Cadmium chloride) کے محلول میں سے گزاریں تو ذیل کی مساوات کے مطابق ثنائی تحلیل وقوع پذیر ہوتی ہے:-

$$CdCl_2 + H_2S = CdS + 2HCl.$$

اگر رسوب کو مقطر کرکے مناسب طاقت کے ہائیڈروکلورک ترشہ (Hydrochloric acid) سے ملائیں تو عمل' معکوس سمت میں واقع ہوتا ہے اور مساوات حسب ذیل ہوتی ہے:-

$$CdS + 2HCl = CdCl_2 + H_2S.$$

اس حالت میں سمتِ عمل کا انحصار' محلول میں ہائیڈروجن سلفائیڈ

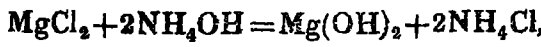
اور ہائیڈروجن کلورائیڈ کے اضافی ارتکازات پر ہوتا ہے۔ اگر ہائیڈروجن سلفائیڈ کا محلول، کیڈمیم سلفائیڈ کے ایسے محلول میں ڈالا جائے جس میں آزاد ہائیڈروکلورک ترشہ کی معتدبہ مقدار ہو تو کیڈمیم کا صرف ایک حصہ بحیثیت سلفائیڈ مرسوب ہوگا اور بقیہ حصہ حل پذیر کیڈمیم نمک کی شکل میں موجود رہیگا۔ یہ **متوازن عمل** کی ایک مثال ہے۔ اس صنف کے اعمال کو معمولی کیمیائی مساواتوں سے تعبیر کیا جا سکتا ہے۔ لیکن اس فرق کے ساتھ کہ علامت مساوات کے عوض دو متضاد سمت والے تیر کھینچ دئے جاتے ہیں جیسا کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے :-

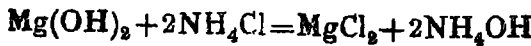
$$CdCl_2 + H_2S \rightleftharpoons CdS + 2HCl.$$

عام طور پر تشریحی کام میں کسی کیمیائی عمل کو ادھورا چھوڑنا نامناسب ہوتا ہے اس لئے ایسی شرائط منتخب کی جاتی ہیں کہ عمل کسی ایک سمت میں کامل ہوتا ہے۔ مثلاً سلفائیڈ کی شکل میں کیڈمیم کلورائیڈ کی کامل ترسیب کے لیے لازم ہے کہ تھوڑا سا ہائیڈروکلورک ترشہ موجود ہو اور سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن (Sulphuretted Hydrogen) بمقدار وافر گزارا جائے۔

اسی قسم کا ایک متوازن عمل جس کا نقطۂ توازن یا تعادل، تعامل کے دوسرے سرے کی طرف ہوتا ہے، ہائیڈروجن سلفائیڈ کے محلول میں زنک کلورائیڈ (Zinc chloride) کے محلول کے اضافہ سے حاصل ہوتا ہے۔ اس حالت میں دھاتی سلفائیڈ کا ایک سفید رسوب بن جاتا ہے لیکن ہائیڈروجن سلفائیڈ کی ایک کثیر مقدار کی موجودگی کے باوجود ترسیب کبھی مکمل نہیں ہوتی اور آزاد ہائیڈروکلورک ترشہ کی تھوڑی سی مقدار بھی ترسیب کے روکنے کے لیے بالکل کافی ہوتی ہے۔ اس طور پر مناسب حالات کے انتخاب سے، جست سے کیڈمیم کی علٰحدگی بذریعہ سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن ممکن ہے حالانکہ دونوں حالتوں میں بالکل ایک ہی قسم کے متوازن اعمال وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ اگر دھاتی کلورائیڈز کے آمیزہ کے محلول میں تھوڑا سا

ہلکایا ہُوا ہائیڈروکلورک تُرشہ ڈال دیا جائے تو ہائیڈروجن سلفائیڈ کیڈمیم کو تقریباً کامل طور پر مرسوب کردیگا۔ لیکن جستی نمک بالکل مرسوب نہ ہوگا خواہ یہ بمقدارِ وافر موجود ہو۔

اگر امونیم ہائیڈرآکسائیڈ (Ammonium hydroxide) کا محلول مگنیشیم کے کسی نمک (مثلاً مگنیشیم کلورائیڈ (Magnesium chloride)) کے محلول میں ڈالا جائے تو دھات کا کچھ حصہ مگنیشیم ہائیڈرآکسائیڈ کی شکل میں مساواتِ ذیل کے مطابق مرسوب ہوجاتا ہے :۔

$$MgCl_2+2NH_4OH=Mg(OH)_2+2NH_4Cl,$$

لیکن ترسیب کبھی مکمل نہیں ہوتی کیونکہ معکوس عمل

$$Mg(OH)_2+2NH_4Cl=MgCl_2+2NH_4OH$$

اس کے ساتھ ساتھ وقوع پذیر ہوتا ہے اور ایک حالتِ توازن قائم ہوتی ہے۔ تشریحی اکتسابات میں بالعموم شروع ہی سے امونیم کلورائیڈ کی وافر مقدار موجود ہوتی ہے، اس لئے امونیم ہائیڈرآکسائیڈ کے اضافہ سے مگنیشیم کے نمک کے محلول میں رسوب حاصل نہیں ہوتا۔ تازہ مرسوب مگنیشیم ہائیڈرآکسائیڈ کو امونیم کلورائیڈ کے محلول کے ساتھ ہلانے سے، معکوس عمل کا بہ آسانی مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔ اس حالت میں مگنیشیم ہائیڈرآکسائیڈ حل ہوجاتا ہے (باب ۲۹)۔

کیمیائی تعادل کی ایسی مثالوں کو ہم اس نقطۂ نگاہ سے دیکھ سکتے ہیں جس نقطہ سے کہ نویں باب میں طبیعی تعادل کی مثالوں کو دیکھا گیا تھا۔ مثال مندرجۂ فقرۂ بالا میں یعنی امونیم ہائیڈرآکسائیڈ کے محلول میں مگنیشیم کلورائیڈ کے محلول کے اضافہ میں اگر ہم معین طاقتوں کے محلولات کی معین مقادیر کو باہم ملائیں تو جب تعامل ایک معین حد تک ترقی کرچکتا ہے مگنیشیم ہائیڈرآکسائیڈ کی ترسیب ختم ہوجاتی ہے۔ یہ حالتِ تعادل ہوتی ہے اور نظام

میں بظاہر کوئی مزید تغیر واقع نہیں ہوتا۔ ہم اس حالت میں بھی یہ فرض کرسکتے ہیں کہ متضاد تعامل بدستور جاری ہیں لیکن ایسی شرح سے جاری ہیں کہ جس قدر مگنیشیم ہائیڈر آکسائیڈ راست عمل سے بنتا ہے، بالکل اسی قدر معکوس عمل سے مگنیشیم کلورائیڈ میں دوبارہ تبدیل ہو جاتا ہے۔ عمل کے شروع میں مگنیشیم ہائیڈر آکسائیڈ یا امونیم کلورائیڈ بالکل موجود نہیں ہوتا، یہ صرف راست عمل کے اجزاء سے صورت پذیر ہوتے ہیں۔ اس لیے شروع میں معکوس عمل بالکل نہیں ہوتا۔ صاف ظاہر ہے کہ حالتِ توازن کے حصول کے لیے یا تو راست عمل کی شرح کم ہوتی جانی چاہیے یا معکوس عمل کی شرح بڑھنی چاہیے یا یہ دونوں تغیرات ساتھ ساتھ وقوع پذیر ہونے چاہئیں۔ جوں جوں عمل ترقی کرتا ہے، تعاملی اشیاء اور تعاملی حاصلوں کے اضافی تناسب متغیر ہوتے رہتے ہیں، اس لئے ہمیں مگنیشیم ہائیڈر آکسائیڈ کے بننے یا تحلیل ہونے کی واقعی شرح کو، محلول میں مختلف اشیاء کی مقادیر کے ساتھ مربوط کرنے کے لیے تیار ہو جانا چاہیے۔ اس نقطہ کے متعلق مزید معلومات حاصل کی جاسکتی ہیں اگر شروع سے ہی مگنیشیم کلورائیڈ کے محلول میں، امونیم کلورائیڈ اضافہ کی جائے۔ اگر دوسری اشیاء کے اضافی تناسب کو برقرار رکھتے ہوئے امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کے بننے سے قبل، امونیم کلورائیڈ کی بہت قلیل مقدار ڈالی جائے تو مرسوب مگنیشیم ہائیڈر آکسائیڈ کی مقدار، بہ نسبت سابق، کم ہوگی اور اگر ہم تھوڑا تھوڑا کر کے امونیم کلورائیڈ کی مقدار کو بڑھاتے جائیں تو آخرکار ایک مقام پر پہنچ کر مگنیشیم ہائیڈر آکسائیڈ کی ترسیب قطعاً بند ہو جائیگی۔ پس ظاہر ہے کہ امونیم کلورائیڈ کا وجود، معکوس عمل کے موافق ہے اور یہ موافقت، امونیم کلورائیڈ کی مقدار کے متناسب ہے۔ برعکس اس کے، امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کی مقدار کی بیشی، راست عمل کے موافق ہے، بنا بریں ہم ایسا خیال کرنے میں حق بجانب ہیں کہ کسی تعامل کی شرح تعاملی اشیاء کی مقدار کے اوپر منحصر ہوتی ہے۔

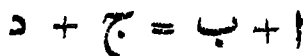
گلڈبرگ[1] اور واگے[2] نے متعدد تجربوں پر غور کرنے کے بعد،

[1] Guldberg [2] Waage

عمل کی شرح اور تعاملی اشیاء کی مقدار کے درمیان، مندرجۂ ذیل بسیط رابطہ وضع کیا تھا:-

کیمیائی عمل کی شرح، تعاملی اشیاء میں سے ہر ایک کی **عامل کمیت** کے متناسب ہوتی ہے۔ اس قاعدہ کا اطلاق، سب سے پہلے ہلکے محلولات یا گیسوں پر ہونا چاہیے، کیونکہ صرف انہی حالتوں میں "عامل کمیت" کی مناسب تعیین ہوسکتی ہے۔ عامل کمیت سے گلڈ برگ اور واگے کی مراد کسی حل شدہ یا گیسی شئے کا سالمی ارتکاز یعنی کسی معین حجم میں سالمات کی تعداد یا مروجہ کیمیائی اکائیوں میں فی لیٹر گرام سالمات کی تعداد ہے۔ لیکن عاملیت یا عامل کمیت کی یہ تعریف صرف قیاسی گیسوں یا قیاسی محلولات کے لیے صادق آتی ہے۔ واقعی گیسوں اور علی الخصوص واقعی محلولات کے لیے یہ عاملیت ممکن ہے کہ ارتکاز سے ٹھیک متناسب ہونے کے عوض اس تعلق سے بہت کچھ ہٹی ہوئی پائی جائے۔ عاملیت اور ارتکاز کے مابین تعلق سہولت کے ساتھ اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے کہ زیر بحث شئے کے سالمی ارتکاز کو ایک **عاملیت کی قدر** سے ضرب دیا جائے جس کی قیمت قیاسی حالات کے تحت اکائی ہو، لیکن جو برق پاشیدوں کے محلولات میں اور علی الخصوص بڑے ارتکازوں کی صورت میں اکائی سے بہت مختلف ہوسکتی ہے (ملاحظہ ہو باب ۲۳ - صفحہ ۷۰ موجودہ اغراض کے لیے، سہولتِ عمل کی خاطر، ہم فرض کرلیتے کہ عامل کمیت ارتکاز کے متناسب ہے۔

فرض کرو کہ ذیل کا کیمیائی عمل، ہمارے پیش نظر ہے:-

ا + ب = ج + د

جہاں حروف، معمولی کیمیائی ضابطوں کی طرح، اشیاء کے مفرد سالمات کو ظاہر کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ اصل اشیاء ا اور ب کے سالمی ارتکازات، علی الترتیب اَ اور بَ ہیں۔ گلڈ برگ اور واگے کے قاعدے کے مطابق تعامل کی شرح اَ کے و نیز بَ کے متناسب ہوگی یعنی حاصلِ ضرب

اَ ب کے تناسب ہوگی۔ پس تعامل کی ابتدا میں حسب ذیل جملہ صحیح ہوگا:-

شرح = اَ بَ × ایک مستقل مقدار

جہاں تعامل کی شرح سے مُراد تعاملی اشیاء میں سے ہرایک کے گرام سالمات کی وہ تعداد ہے جو اکائی وقت بالعموم ایک دقیقہ میں تبدیل ہوتی ہے۔ پس مساواتِ بالا میں یہ مستقل مقدار جسے عام طور سے ھ سے تعبیر کیا جاتا ہے اُس شرح کو ظاہر کرتی ہے جس شرح سے عمل تعامل کے شروع میں ہرایک تعاملی شئے کا سالی ارتکاز ا ہونے کی حالت میں صادر ہوتا ہے۔ جیسا کہ مساوات کو ذیل کی شکل میں لکھنے سے صاف ظاہر ہے :-

ھ = شرح / اَ بَ = شرح / ۱×۱ = شرح

یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ ترقیٔ عمل کے ساتھ ا اور ب دونوں کا ارتکاز کم ہوتا جائیگا، اس لیے وہ شرح جس کے مطابق یہ اشیاء، اشیاء ج اور د میں تبدیل ہوتی ہیں بتدریج کم ہوتی جائیگی۔ اگر کسی وقت و پر ا کے ارتکاز کا تنزل لا گرام سالمے فی لیٹر ہو تو ب کا ارتکاز بھی اسی مقدار سے کم ہوگا اور ان اشیاء کے استحالہ کی شرح حسب ذیل ہوگی :-

شرح = ھ (اَ - لا) (بَ - لا)

مستقل مقدار ھ کا مفہوم اور اس کی قیمت وُہی ہے جو کہ سابقہ مساوات میں ہے جیسا کہ آخری مساوات پر غور کرنے سے واضح ہو جائیگا۔ یہ مستقل مقدار ھ تعامل کی ایک خصوصیت ہے کیونکہ گو یہ تپش اور محلل کی ماہیت وغیرہ کے لحاظ سے متغیر ہوتی ہے لیکن تعاملی اشیاء کے ارتکازات پر منحصر نہیں ہوتی۔ عام طور پر یہ عمل کا رفتاری مستقل کہلاتی ہے۔ طالب علم کو یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ یہ مقدار عبارت ہے اُس شرح سے جس کے مطابق، تعامل واقع ہوتا بشرطیکہ تعاملی اشیاء ابتداءً اکائی ارتکاز پر موجود ہوتیں اور اسی ارتکاز

پر دورانِ عمل میں قائم رکھی جاتیں۔

اگر تعامل ۱ + ب = ج + د متعاکس نہ ہو تو ج اور د میں ۱ اور ب کے استحالہ کی شرح بتدریج کم ہوتی جائیگی حتیٰ کہ تعاملی اشیاء میں سے ایک شئے کلیتہً غائب ہو جائیگی۔ لیکن اگر عمل متعاکس ہو تو ۱ اور ب میں ج اور د کا استحالہ جونہی کہ یہ راست عمل سے بننے لگے، شروع ہو جائیگا۔ اگر ہم یہ فرض کریں کہ ابتداءً ج اور د موجود نہ تھے اور ان کے ارتکاز کو علی الترتیب جَ اور دَ سے تعبیر کریں تو جَ = ۰ اور دَ = ۰ ہوگا کسی وقت و پر جب اصل اشیاء کی مقدار لا استحالہ پا چکتی ہے، تو جَ = لا اور دَ = لا ہوتا ہے۔ اگر معکوس عمل کا رفتاری مستقل هَ ہو تو وقت و پر

شرح$_{و}$ = هَ لا^{۲}

ہوگی۔ جب راست عمل ایک معین وقت تک، جسے ہم حرف ت سے تعبیر کر سکتے ہیں، واقع ہو چکتا ہے تو حالتِ تعادل پیدا ہو جاتی ہے۔ فرض کرو کہ اس وقت تک ۱ اور ب کے سالمی ارتکاز کا تنزل ما ہے تو اس وقت راست استحالہ کی شرح

هـ (اَ - ما) (بَ - ما)

اور معکوس استحالہ کی شرح

هَ ما^{۲}

ہوتی ہے۔ لیکن اگر نظام متعادل ہے تو یہ شرحیں مساوی ہونی چاہئیں کیونکہ کسی معین وقت میں ۱ اور ب کی جتنی مقدار معکوس عمل سے پیدا ہوتی ہے اُتنی ہی مقدار اُسی وقت میں راست عمل سے غائب ہو جاتی ہے۔ پس ہمیں ذیل کی مساوات

هـ (اَ - ما) (بَ - ما) = هَ ما^{۲}

حاصل ہوتی ہے۔ جو عملِ نقل سے

$$\frac{(\text{اَ} - \text{ما})(\text{بَ} - \text{ما})}{\text{ما}^2} = \frac{\text{مَ}}{\text{مَ}'} = \text{ایک مستقل مقدار}$$

بن جاتی ہے۔ چونکہ مَ اور مَ' ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتے اِس لیے اِن کی نسبت بھی ارتکاز پر منحصر نہیں ہوتی' بنا بریں حالتِ تعادل میں اگر کیمیائی مساوات کے ایک جانب کی اشیاء کی عامل کمیتوں کا حاصل ضرب کیمیائی مساوات کی دُوسری جانب کی اشیاء کی عامل کمیتوں کے حاصلِ ضرب سے تقسیم کیا جائے تو بلا لحاظ ابتدائی ارتکاز کے حاصل تقسیم ایک مستقل قیمت رکھتا ہے۔ اگر ہم چاہیں کہ ہمارا ضابطہ کامل طور پر عمومی ہو تو ہم فرض کرسکتے ہیں کہ راست عمل کے حاصلوں کے ابتدائی ارتکاز علی الترتیب جَ اور دَ تھے۔ نقطۂ تعادل پر اِن اشیاء کے ارتکاز جَ + ما اور دَ + ما ہونگے اِس لیے مستقل قیمت

$$\frac{(\text{اَ} - \text{ما})(\text{بَ} - \text{ما})}{(\text{جَ} + \text{ما})(\text{دَ} + \text{ما})} = \frac{\text{مَ}}{\text{مَ}'}$$

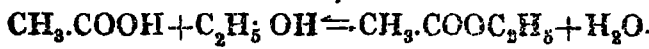
ہوگی۔ اگر' جیسا کہ عام طور پر کیا جاتا ہے' ابتدائی اشیاء معادل تناسبوں میں استعمال کی جائیں' اور راست عمل کے حاصلوں میں سے کوئی بھی' ابتداءً موجود نہ ہو تو مستقل قیمت

$$\frac{(\text{اَ} - \text{ما})^2}{\text{ما}^2} = \frac{\text{مَ}}{\text{مَ}'}$$

ہوگی جہاں اَ دونوں تعاملی اشیاء کے ابتدائی سالمی ارتکاز کو ظاہر کرتا ہے۔

مندرجۂ بالا ضابطہ کے اطلاق کی کوئی عمدہ عملی مثال معلوم نہیں ہے۔ البتہ بعض ایسی مثالیں دستیاب ہوتی ہیں جو اس ضابطے سے تقریباً منطبق ہوتی ہیں۔ بہترین مثال' غالباً ایسٹر (Ester)' پانی اور ترشہ اور الکوہل کا (جس سے ایسٹر (Ester) حاصل ہوتا ہے) تعادل ہے۔ مثلاً اگر ایسیٹک (Acetic) ترشہ اور ایتھل الکوہل (Ethylalcohol)

ایک دوسرے کے ساتھ حالتِ تماس میں رکھے جائیں تو ان کے تعامل سے ایتھل ایسیٹیٹ (Ethyl acetate) اور پانی پیدا ہوتا ہے۔ لیکن تعامل تکمیل نہیں ہوگا کیونکہ معکوس عمل ساتھ ہی ساتھ وقوع پذیر ہوگا اور ایتھل ایسیٹیٹ پانی کے توسط سے ایسیٹک ترشہ اور ایتھل الکوہل میں تحلیل ہو جائیگا۔ معکوس عمل کے لیے مساوات حسبِ ذیل ہے:۔

$$CH_3.COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3.COOC_2H_5 + H_2O.$$

اگر ایسیٹک ترشہ اور ایتھل الکوہل معادل تناسبوں میں استعمال کئے جائیں تو جب اِن اشیاء کا دو ثلث حصہ ایتھل ایسیٹیٹ اور پانی میں منتقل ہوتا ہے عمل موقوف ہو جاتا ہے۔ اگر ہم ترشہ اور الکوہل کی عامل کمیت ابتدائً ۱ فرض کریں تو بحالتِ تعادل عامل کمیتیں حسبِ ذیل ہونگی:۔

ایسیٹک ترشہ $= ۱ - \frac{۲}{۳} = \frac{۱}{۳}$

الکوہل $= ۱ - \frac{۲}{۳} = \frac{۱}{۳}$

ایتھل ایسیٹیٹ $= \frac{۲}{۳}$

پانی $= \frac{۲}{۳}$

اور مستقل مقدار کی قیمت

$$\frac{(۱ - ما)^۲}{ما^۲} = \frac{\frac{۱}{۳} \times \frac{۱}{۳}}{\frac{۲}{۳} \times \frac{۲}{۳}} = \frac{۱}{۴}$$

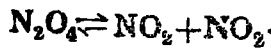
ہوگی۔ یہ مستقل قیمت تعاملی اشیاء کے ہر ایک تناسب کے لیئے ایک ہی ہوتی ہے کیونکہ یہ متضاد تعاملوں کی رفتار کی مستقل مقادیر کی نسبت کو ظاہر کرتی ہے۔ بنا بریں ہم اس کی وساطت سے یہ دریافت کر سکتے ہیں کہ ایسیٹک ترشہ اور ایتھل الکوہل کا کوئی آمیزہ کس حد تک مستحیل ہوگا۔ مثلاً اگر ایسیٹک ترشہ کے

۱ معادل کے ساتھ الکوہل کے ۳ معادل لیے جائیں تو کس مقام پر تعادل کی صورت پیدا ہوگی؟ اگر ما سے مُراد تعادل کی حالت میں مقدارِ مستحل ہو تو

$$\frac{(۱ - ما)(۳ - ما)}{ما^۲} = \frac{۱}{۴}$$

جس سے ما = ۰٫۹ حاصل ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ الکوہل کے ۳ معادل، ایسیٹک تُرشہ کی ابتدائی مقدار میں سے ۹۰ فی صدی مقدار کا استحالہ پیدا کرتے ہیں بمقابلہ ۶۶٫۶ فی صدی کے جو الکوہل کے ۱ معادل سے مستحل ہوتی ہے۔ براہِ راست تجربہ کرنے سے ثابت ہوتا ہے کہ تُرشہ کی یہی مقدار واقعتاً مستحل ہوتی ہے۔ اس مثال میں اشیاء ایک دوسرے میں حل ہوتی ہیں لیکن کسی تعدیلی محلّل مثلاً ایتھر (Ether) کی موجودگی سے تعادل کے اندر کسی قسم کا کچھ اثر نہیں پڑتا اگرچہ متضاد تعاملوں کی رفتار بہت سُست ہو جاتی ہے۔

کمیتی عمل کا اصول گیسی حالت کی اشیاء کے لئے بھی صحیح پایا جاتا ہے۔ جب نائیٹروجن ٹیٹرآکسائیڈ (Nitrogen tetroxide) کلوروفارم (Chloroform) میں حل کیا جاتا ہے تو یہ مساواتِ ذیل کے مطابق سادہ تر سالمات میں مفترق ہو جاتا ہے (صفحہ ۳۱۲ طبیعی کیمیا حصۂ اول)

$$N_2O_4 \rightleftharpoons NO_2 + NO_2.$$

اگر ف سے مفترق سالمات کا تناسب تعبیر کیا جائے۔ ۱ - ف سے غیر مفترق سالمات کا تناسب اور ھ ایک سالمہ گیس کا حجم لیٹروں میں۔ تو $\frac{ف}{ھ}$ اور $\frac{۱ - ف}{ھ}$ علی الترتیب مفترق اور غیر مفترق سالمی ارتکازات ہونگے۔ افتراق کی شرح $\frac{۱ - ف}{ھ}$ کے متناسب ہے اور دوبارہ متحد ہونے کی شرح $\left(\frac{ف}{ھ}\right)^۲$ کے متناسب۔ تعادل کے لیے دونوں شرحیں مساوی ہوتی ہیں

$$\text{پس}\quad \frac{\frac{ف^۲}{ھ^۲}}{\frac{۱ - ف}{ھ}} = \text{ایک مستقل مقدار}$$

یعنی $\frac{ف^2}{(۱-ف)ح}$ = مستقل

اور یہ امورِ مشاہدہ کے مطابق ثابت ہو چکا ہے۔ اُن متوازن اعمال میں، جن میں گیسی اشیاء حصہ لیتی ہیں، مقدارِ افتراق، دباؤ اور کثافت کی پیمایش سے بہ آسانی تخمین کی جا سکتی ہے۔ کسی معلوم تپش پر جب کسی شئے کی ایک معیّن مقدار ایک معیّن حجم رکھتی ہے تو کلیہ ایووگیڈرو کے ذریعہ اس کا دباؤ آسانی سے دریافت کر لیا جا سکتا ہے، بشرطیکہ سالمات کا افتراق بالکل معدوم ہو۔ بحالتِ افتراق، دباؤ لازماً اس دباؤ سے زیادہ ہوگا کیونکہ اب اُس معیّن فضا میں سالمات کی تعداد نسبتاً زیادہ ہوگی۔ نائیٹروجن پر آکسائیڈ کی مثال میں، مستقل تپش پر گیس کے تغیرِ حجم کے ذریعہ دباؤ اور کثافت دونوں میں تغیر پیدا کر کے وقتاً واحد میں ایک ساتھ ان کی تخمین کی جاتی ہے۔ اس طرح جو قیمتیں حاصل ہوتی ہیں ان سے ضابطۂ بالا میں داخل ہونے والی مقادیر محسوب کی جا سکتی ہیں۔ مشاہدہ کردہ اعداد اور ضابطہ سے حساب کئے ہوئے اعداد کے درمیان ٹھیک انطباق پایا جاتا ہے۔

اس مسئلہ پر نظریۂ تحرک کے سالمی نقطۂ نگاہ سے غور کرتے ہوئے یہ بات واضح ہے کہ حالتِ تعادل، بعض حالات میں، نظام کے حجم پر منحصر ہوگی۔ ترقیق کے باعث آبی محلول میں برق پاشیدوں کا درجۂ افتراق بڑھ جاتا ہے اسی طرح ترقیق سے نائیٹروجن پر آکسائیڈ کا افتراق زیادہ ہوتا ہے خواہ وہ محلول کی حالت میں ہو یا گیسی حالت میں۔ غیر مفترق مادہ کا ہر ایک سالمہ بجائے خود تحلیل ہوتا ہے اور دوسرے سالمات کی موجودگی سے متاثر نہیں ہوتا۔ اس لیے غیر مفترق سالمات کی تعداد جو ایک معیّن وقت میں تحلیل ہونگے گیس کے حجم پر قطعاً منحصر نہیں ہوتی۔ پس ترقیق سے ان سالمات کی تعداد پر جو کسی معیّن وقت میں مفترق ہوتے ہیں کچھ اثر نہیں پڑتا۔ لیکن ان سالمات کی تعداد پر جو کسی معیّن وقت میں مفترق حاصلوں سے دوبارہ بنتے ہیں ترقیق کا اثر ضرور ہوتا ہے کیونکہ موخر الذکر حالت میں غیر مفترق سالمہ کے دوبارہ بننے کی

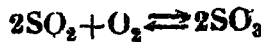
خاطر ہر ایک مفترق سالمہ کے لیے لازم ہے کہ کسی دوسرے مفترق سالمے سے متصادم ہو۔ صاف ظاہر ہے کہ دو سالمات کے ملاپ کا انحصار ان کے باہمدگر قریب ہونے پر ہے۔ اگر وہ ایک دوسرے سے نزدیک واقع ہونگے تو وہ بکثرت متصادم ہونگے لیکن اگر وہ دور دور واقع ہونگے تو وہ شاذ ہی متصادم ہونگے۔ فرض کرو کہ ہم نائیٹروجن پر آکسائیڈ کی ایک معین مقدار کے حجم کو دگنا کر دیتے ہیں۔ ہر ایک NO_2 سالمہ کو کسی دوسرے NO_2 سالمہ سے متصادم ہونے کے لیے بہ نسبت سابق زیادہ فاصلہ طے کرنا ہوگا اس لیے کسی معین وقت میں ٹکروں کی تعداد کم ہو جائیگی۔ بنا بریں مندرجۂ ذیل مساوات

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

کے مطابق، معکوس عمل کی شرح ہلکاؤ کو دگنا کرنے سے بہت کم ہو جائیگی لیکن راست عمل کی شرح غیر متاثر رہیگی۔ اس لیے اگر حجم کی زیادتی سے قبل راست اور معکوس اعمال کے درمیان تعادل کی صورت پیدا تھی تو اب یہ تعادل بگڑ جائیگا اور ایک نیا تعادل اس سے زیادہ افتراق پر قائم ہو جائیگا۔ اس حالت میں غیر مفترق شئے نسبتاً کم اور افتراق کے حاصل نسبتاً زیادہ مقدار میں موجود ہونگے تاکہ وہ شرحیں جن کے مطابق غیر مفترق نائیٹروجن پر آکسائیڈ تحلیل ہوتا اور دوبارہ بنتا ہے از سر نو مساوی ہو جائیں۔

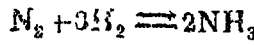
عام طور پر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ حجم کی کمی یا دباؤ کی زیادتی سے نقطۂ توازن ایسے نظام کی طرف ہٹ جاتا ہے جس کا گیسی حجم کمتر ہوتا ہے۔ پس افتراق جس کے ساتھ گیسی حجم بڑھ جاتا ہے، دباؤ کے بڑھنے سے گھٹ جاتا ہے اور معکوس حالات میں اس کے برعکس واقع ہوتا ہے۔

اس اہم صنعتی تعامل میں جس کی تعبیر مندرجۂ ذیل مساوات سے ہوتی ہے

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$

۳ حجم ۲ حجم

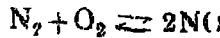
مساوات کی سیدھی جانب کا نظام کمتر حجم رکھتا ہے اور اس لیے مستقل تپش پر دباؤ کی ترقی سے اس کی پیدائش میں تقویت و تائید ہوتی ہے۔ اس صنعت میں جو طریقہ فی الواقع استعمال ہوتا ہے اس سے یعنی پلاٹینم کے نہایت باریک سفوف کو حاملی نقطے استعمال کرنے سے عمل اس قدر تیزی سے وقوع میں آتا ہے کہ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے زیادہ دباؤ کی ضرورت نہیں ہوتی۔

اس کے برعکس امونیا کی تالیفی پیدائش میں جس کے لیے مساوات حسب ذیل ہے

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

۴ حجم   ۲ حجم

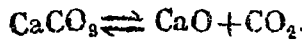
بڑے دباؤ استعمال کرنے پڑتے ہیں۔ اس مثال میں اشیاء کے ترکیب کھانے کے بعد حجم بہت گھٹ جاتا ہے اس لیے دباؤ کا بھی اس کے تناظر اثر ہوتا ہے۔ معمولی دباؤ اور موافق ترین تپش پر جو عملی طور پر استعمال کی جا سکتی ہے تیار شدہ امونیا کی مقدار ہیچ ہوتی ہے۔ لیکن دباؤ جب ۱۰۰ کرۂ ہوائی سے لے کر ۱۰۰۰ کرۂ ہوائی تک (جب کہ ابتداءً استعمال کیا) بڑھا دیا جاتا ہے۔ اور مناسب عمل انگیز کی مدد سے امونیا کی اس قدر کافی مقدار حاصل ہو جاتی ہے کہ یہ طریقہ عملی طور پر کامیاب ثابت ہوا۔

جب مساوات کے دونوں جانب حجم ایک ہی ہوتا ہے تو نقطۂ توازن پر دباؤ کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ چنانچہ نائٹروجن اور آکسیجن سے صنعتی طور پر حسب مساوات ذیل جب نائٹرک آکسائیڈ کی تالیف ہوتی ہے

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

۲ حجم   ۲ حجم

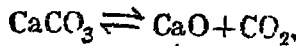
تو دباؤ کو نظر انداز کر کے محض تپش ہی پر غور کیا جا سکتا ہے۔ ایسے توازن پر حجم کی تبدیلی کا بے اثر ہونا اس لحاظ سے بھی واضح ہوتا ہے کہ ہر ایک تعامل میں دو سالموں کو ایک دوسرے سے ملنا پڑتا ہے تاکہ وہ دوسرے نظام میں تبدیل ہوں۔ پس حجم کی تبدیلی سے متضاد سمتوں کے عمل مساوی طور پر متاثر ہوتے ہیں اور اس لیے توازن کے مقام میں کوئی خلل نہیں واقع ہونے پاتا۔

متوازن عمل کی مذکورۂ بالا تمام مثالیں اس قسم کی ہیں کہ نظام جس میں تعادل وقوع پذیر ہوتا ہے متجانس ہوتا ہے یعنی یا تو وہ گیسوں کا یا حل شدہ اشیاء کا متجانس آمیزہ ہوتا ہے۔ اب ہم غیر متجانس تعادل کی مثالوں پر غور کرتے ہیں جہاں نظام ایک سے زیادہ ہیئتوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر، حرارت سے کیلسیم کاربونیٹ (Calcium carbonate) کے افتراق پر غور کرو۔ یہ مساوات ذیل سے تعبیر کیا جا سکتا ہے :-

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2.$$

اس تعادل میں دو اشیاء ٹھوس ہیں اور ایک گیس ہے۔ گیس کی عامل کمیت یا تو اس کے ارتکاز یعنی کثافت سے یا اس کے دباؤ سے تخمین کی جا سکتی ہے۔ کیونکہ یہ دونوں ایک دوسرے کے بالکل قریب قریب متناسب ہیں۔ لیکن کسی ٹھوس چیز کی عامل کمیت کو اس طور پر ظاہر کرنا مشکل ہے۔ ٹھوس کا دباؤ، گیس کے دباؤ کی طرح ناپا نہیں جا سکتا اور عامل کمیت کو ٹھوس کی کثافت کے متناسب کہنا جو اس ضمن میں ارتکاز کا صحیح مفہوم ہے، بالکل ناروا ہے۔ ایسے تعادل پر غور کرنے کا سب سے زیادہ سبق آموز طریقہ یہ ہے کہ تعادل کو سمجھیں کہ صرف گیسی ہیئت میں واقع ہوتا ہے اور ٹھوس اشیاء کا مصرف محض یہ ہے کہ یہ اپنے بخارات مسلسل طور پر مہیا کرتی رہتی ہیں۔ جیسا کہ ہم سابقہ ابواب میں پڑھ چکے ہیں، ہر ایک مائع کا، ہر ایک تپش پر، ایک معین بخاری دباؤ ہوتا ہے۔ ۳۶۰° م پر پارے کے بخار کا دباؤ ۷۶۰ مم ہوتا ہے۔ معمولی تپش پر اس کی قیمت صرف ۰۰۱ء۰ مم ہے۔ لیکن مائع پارے کے اوپر پارے کے بخار کا وجود نقطۂ انجماد سے بھی زیادہ پست تپشوں پر، بہ آسانی ثابت ہو سکتا ہے۔ علی ہذا القیاس، یخ کی حالت میں بھی نقطۂ انجماد پر بخاری دباؤ چند مم ہوتا ہے اور غالب قیاس یہ ہے کہ زیادہ پست تپشوں پر بھی یہ دباؤ بالکل معدوم نہیں ہوتا البتہ اس کی مقدار بہت ہی زیادہ قلیل ہو جائیگی۔ بنا بریں ہم یہ تسلیم کر سکتے ہیں کہ کیلسیم کاربونیٹ (Calcium carbonate) یا کیلسیم آکسائیڈ (Calcium oxide)

کے اوپر ان اشیاء کے بخارات موجود ہوتے ہیں گو ان کا دباؤ اس قدر قلیل ہوتا ہے کہ ہمارے ذرائع پیمائش سے اس کی تخمین بلکہ اس کا پتہ چلانا بھی بہت صعب ہے۔ لیکن اگر ہم بخارات کی ان قلیل مقادیر کے وجود کو تسلیم کرتے ہیں تو ہمیں یہ بھی تسلیم کرنا پڑتا ہے کہ یہ انہیں قوانین کے تابع ہیں جو قابل پیمائش مقادیر پر عائد ہوتے ہیں۔ پس ہمیں یہ بھی تسلیم کرنا پڑتا ہے کہ کسی معین تپش پر کسی ایسی شئے مثلاً کیلسیم کاربونیٹ کا ایک معین بخاری دباؤ ہوگا جو اس وقت تک غیر متغیر رہتا ہے جب تک کہ تپش مستقل رہتی ہے۔ بناء بریں گیسی ہیئت میں ٹھوس شئے کا بخارات ایک مستقل ارتکاز یا دباؤ ہوتا ہے اور ٹھوس کا وجود اس امر کا کفیل ہوتا ہے کہ دباؤ اپنی مناسب قیمت پر قائم رہے۔ اگرچہ کیمیائی عمل کے ذریعہ سے یہ شئے مسلسل طور پر گیسی ہیئت سے علیحدہ ہٹائی جارہی ہو۔ ارتکاز کی یہ مستقل قیمت ٹھوس کی مقدار پر منحصر نہیں ہوتی کیونکہ قلیل مقدار کا بخاری دباؤ اتنا ہی بڑا ہوتا ہے جتنا کہ اسی ٹھوس کی کثیر مقدار کا ہوتا ہے۔ پس مندرجہ بالا استدلال سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ کسی ٹھوس شئے کی عامل کمیت ایک مستقل مقدار ہے اس لئے کہ یہ فی الحقیقت ٹھوس کے بخاری دباؤ کے متناسب ہوتی ہے جو کہ کسی معین تپش پر مستقل ہوتا ہے۔ تجربہ اس نتیجہ کی توثیق کرتا ہے بلکہ امر واقعہ یہ ہے کہ گلڈ برگ اور واگے نے یہ نتیجہ خالص تجربی شہادت سے مستنبط کیا تھا۔

اگر عمل

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2,$$

کے لئے د، د۲ اور د علی الترتیب کیلسیم کاربونیٹ، کیلسیم آکسائیڈ اور کاربن ڈائی آکسائیڈ کے تعادلی دباؤ (یا عامل کمیتوں) کو ظاہر کریں تو نقطۂ تعادل پر مساواتِ ذیل

$$م\ د_۱ = مَ\ د_۲\ د$$

$$یعنی\quad د = \frac{م\ د_۱}{مَ\ د_۲}$$

حائل ہوتی ہے۔ جہاں د کے سوا باقی سب مقادیر مستقل ہیں۔ پس کسی معین تپش پر کیلسیم کاربونیٹ اور کیلسیم آکسائیڈ کے کسی آمیزہ کے اوپر کاربن ڈائی آکسائیڈ کا ایک معین دباؤ ہوتا ہے اور یہ دباؤ ٹھوس اشیاء کی مقادیر پر منحصر نہیں ہوتا۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ کا یہ مخصوص دباؤ کیلسیم کاربونیٹ کا **افتراقی دباؤ** کہلاتا ہے اور یہی ایک ایسا دباؤ ہے جو کیلسیم کاربونیٹ، کیلسیم آکسائیڈ یا دونوں کے کسی آمیزہ کے ساتھ بحالتِ تعادل رہ سکتا ہے۔ اس سے زیادہ دباؤ صرف کیلسیم کاربونیٹ کے ساتھ اور اس سے کم دباؤ صرف کیلسیم آکسائیڈ کے ساتھ تعادل قائم رکھ سکتا ہے۔ ترقی تپش کے ساتھ افتراقی دباؤ بھی بڑھتا ہے، پس ہم کسی مائع کے بخاری دباؤ کے مشابہ، افتراقی دباؤ کے لئے بھی تپش کا ایک منحنی حاصل کر سکتے ہیں۔

اس سے مشابہ واقعات، آبِ لازم (قلماؤ کا پانی) رکھنے والے نمکوں کی نابیدگی سے متعلق مشاہدہ ہوتے ہیں۔ یہاں آبیدہ اور اپن نمک ٹھوس اشیاء ہیں اور پانی کا بخار گیس ہوتی ہے۔ کسی معین تپش کے لئے ہر ایک آبید اپنے اوپر آبی بخار کا ایک معین افتراقی دباؤ رکھتا ہے (صفحہ ۱۷۸ طبیعی کیمیا حصۂ اول)۔ لیکن یہاں یہ پیچیدگی لاحق ہوتی ہے کہ بالعموم نمک کے ایک سے زیادہ آبید ہوتے ہیں اور ایسی صورت میں نابیدگی کئی مدارج میں طے ہوتی ہے۔ سب سے زیادہ آبِ لازم والا آبید فی الفور آبی بخار اور اپن نمک میں متبدل ہونے کی بجائے آبی بخار اور ایک ادنیٰ آبید میں متبدل ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر نیلے تھوتھے کی عام قسم، پنج آبید $CuSO_4 5H_2O$ پر غور کرو۔ ۵۰° م پر یہ آبید بتدریج پانی کھو کر (دیکھو شکل ۲۴ صفحہ ۱۷۷ طبیعی کیمیا حصۂ اول) سہ آبید $CuSO_4 3H_2O$ میں متبدل ہوتا ہے۔ جب تک پنج آبید کی قلیل سے قلیل مقدار موجود رہتی ہے، ٹھوس کے اوپر آبی بخار کا ایک معین افتراقی دباؤ (۴۷ مم) قائم رہتا ہے۔ اگر آبی بخار ہٹا لیا جائے تو پنج آبید سے مزید مقدارِ آب خارج ہوگی اور تعادلی دباؤ دوبارہ قائم ہوجائیگا۔ اگر نابیدگی اب بھی جاری رہے تو دباؤ ۴۷ مم پر مستقل رہیگا حتیٰ کہ پنج آبید نمک کی کل مقدار سہ آبید میں متبدل ہوجائیگی جب کہ دباؤ یک لخت ۳۰ مم تک گر جائیگا۔ یہ نیا دباؤ سہ آبید کا افتراقی

دباؤ ہے۔ اب سہ آبیدہ میں سے نابیدگی شروع ہوتی ہے اور یہ یک آبید $CuSO_4,H_2O$ میں متبدل ہو جاتا ہے۔ جب تک سہ آبید موجود ہوتا ہے دباؤ ۳۰ ممر پر قائم رہتا ہے لیکن جونہی کہ سہ آبید' یک آبید میں متبدل ہوتا ہے دباؤ فی الفور ۴ء۵ ممر تک جو یک آبید کا افتراقی دباؤ ہے' گرجاتا ہے۔ اب ٹھوس افتراقی حاصل اپن نمک ہے جو جب یک آبیدہ کی کل مقدار اس میں متبدل ہو جاتی ہے تو آبی بخار کا دباؤ صفر رہ جاتا ہے۔

بیانِ بالا میں جو کچھ آبیدوں کی نابیدگی کے متعلق کہا گیا ہے' ایسے مرکبات مثلاً $AgCl,3NH_3$ میں سے امونیا کے اخراج کے متعلق بھی صادق آتا ہے۔ $AgCl,3NH_3$ سے امونیا گیس کئی مدارج میں علحدہ کی جا سکتی ہے اور درمیانی مرکبات مثلاً $2AgCl,3NH_3$ بنتے جاتے ہیں۔

بعض اوقات افتراق کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ایک ہی ٹھوس چیز سے دو گیسی اشیا، حاصل ہوتی ہیں مثلاً امونیم کے نمکوں کا افتراق ٹھوس امونیم کلورائیڈ سے امونیا اور ہائیڈروکلورک ترشہ دو گیسیں حاصل ہوتی ہیں! اس صورت میں بھی ہر ایک تپش کے لئے ایک مستقل بخاری دباؤ ہوتا ہے۔ اگر د غیر مفترق امونیم کلورائیڈ کا مستقل بخاری دباؤ ہو اور د۱ امونیا یا ہائیڈروکلورک ترشہ کا گیسی دباؤ ہو (ان دونوں گیسوں کا دباؤ مساوی ہوتا ہے کیونکہ یہ امونیم کلورائیڈ کے افتراق سے سالمی تناسبوں میں حاصل ہوتی ہیں) تو

$$م \, د_۱ = مَ \, د_۲^۲$$

$$\text{یعنی} \quad د_۲^۲ = \frac{م \, د_۱}{مَ} = \text{ایک مستقل مقدار}$$

جس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ مجموعی افتراقی دباؤ ۲ د۲ بھی مستقل ہوتا ہے۔ اس قسم کے متوازن اعمال کا مطالعہ' امونیم ہائیڈروسلفائیڈ

اور مشابہ مرکبات کی صورت (Ammonium hydrosulphide) میں جو نسبتاً پست تپشوں پر منفرق ہوتے ہیں، کیا جاچکا ہے۔ مساواتِ بالا سے ظاہر ہے کہ امونیا اور ترشہ کے دباؤ کی قیمتوں کا حاصلِ ضرب مستقل ہے یعنی ذیل کے متوازن عمل

$$NH_4HS \rightleftharpoons NH_3 + H_2S$$

کے لئے مستقل مقدار، امونیا اور ہائیڈروجن سلفائیڈ کے دباؤ کی قیمتوں کا حاصلِ ضرب ہے۔ اگر یہ اشیاء محض "امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ" کے افتراق سے حاصل کی جائیں تو دباؤ کی قیمتیں برابر ہونگی لیکن یہ ممکن ہے کہ شروع ہی سے ان میں سے ایک گیس کی بیشی ہو، اس حالت میں دباؤ کی قیمتیں مساوی نہ ہونگی۔ لیکن ان کا حاصلِ ضرب مثلِ سابق ایک ہی قیمت رکھیگا گو ان کا حاصلِ جمع یعنی مجموعی گیسی دباؤ بدل جائیگا۔ یہ نتیجہ ذیل کی مساوات سے عیاں ہے:—

مر د۱ = مَر د۲ د۳

یعنی د۲ د۳ = مر د۱ / مَر = ایک مستقل مقدار

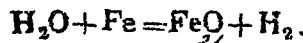
جس میں د۲ سے مُراد امونیا کا دباؤ اور د۳ سے مُراد سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن کا دباؤ ہے۔ چونکہ د۲ اور د۳ مساوات میں یکساں انداز سے شریک ہیں، تعادل کے اوپر ایک کی بیشی کا اثر بعینہ وہی ہوگا جو کہ دوسرے کی بیشی سے ہوگا۔ یہ نتیجہ بھی تجربتہً صحیح ہے جیسا کہ مندرجہ ذیل فہرست سے جس میں ۳ ر ۷ ر ۹ ھ پر امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ کے متعلق اسم برٹ (Isambert) کے نتائج درج ہیں، ظاہر ہوتا ہے۔

د۲	د۳	د۲ + د۳	د۲ د۳
۱۵ء۰	۱۵ء۰	۳۰ء۰	۲۲۵

	د/۲	ڈ/۲	د/۲ + ڈ/۲	د/۲ ڈ/۲
H_2S کی بیشی	۱۰٫۳	۲۱٫۴	۳۱٫۷	۲۲۰
	۵٫۳۵	۴۱٫۹	۴۷٫۲	۲۲۴
NH_3 کی بیشی	۳۷٫۷	۹٫۴۳	۴۴٫۱	۲۴۳
	۴۱٫۱	۵٫۵۹	۴۷٫۲	۲۳۲

آخری خانہ کے اعداد ٹھیک طور سے مستقل نہیں ہیں لیکن اس کا سبب تجربی خطا ہے جیسا کہ اعداد کے دوسرے مشابہ سلسلوں کے ساتھ مقابلہ کرنے سے ظاہر ہوتا ہے۔

متوازن عمل کی سابقہ مثالوں میں گیسی اشیاء کیمیائی مساوات کی صرف ایک جانب حاصل ہوتی رہی ہیں - اب ہم ایک ایسی مثال پر غور کرتے ہیں جس میں گیسی اشیاء مساوات کے دونوں جانب حاصل ہوتی ہیں۔ اگر بھاپ سرخ گرم لوہے پر سے گزاری جائے تو ترکیب Fe_4O_5 کا ایک مرکب بنتا ہے اور پانی ہائیڈروجن میں تحویل ہو جاتا ہے۔ سادگی کے خیال سے ہم یہ فرض کرتے ہیں کہ لوہے کی تکسید کا حاصل FeO یعنی فیرس آکسائیڈ (Ferrous oxide) ہے جیسا کہ مساوات ذیل میں دکھایا گیا ہے :-

$$H_2O + Fe = FeO + H_2.$$

اگر بھاپ مسلسل گزاری جائے تو کُل لوہا آخرکار تکسید ہو جاتا ہے حالانکہ یہ عمل ایک متوازن عمل ہے۔ کیونکہ اگر حاصل شدہ آکسائیڈ کو ہائیڈروجن کی رو میں گرم کریں تو ہائیڈروجن کی تکسید پانی میں اور آئرن آکسائیڈ (Iron oxide) کی تحویل دھاتی لوہے میں ہو جاتی ہے اور اگر ہائیڈروجن کی رو گرم آکسائیڈ کے اوپر کافی عرصہ تک گزاری جائے تو تحویل مکمل ہوتی ہے۔ اس امر کا سبب کہ ہم ہر حالت میں عمل کو مکمل کیوں کر سکتے ہیں یہ ہے کہ گیس کی رو کے گزرنے سے تعادل بگڑ جاتا ہے بلکہ امرِ واقعہ یہ ہے کہ صحیح تعادل قائم ہونے نہیں پاتا۔

تعادل کی ماہیئت، مساوات

$$H_2O + Fe \rightleftharpoons FeO + H_2$$

پر غور کرنے سے سمجھی جا سکتی ہے۔ ہر دو جانب ایک شئے ٹھوس اور ایک گیسی ہے۔ چونکہ اب گیسیں مساوات کی دونو جانب ہیں اس لئے تعادل کا انضباط، دباؤ کی قیمتوں کے حاصلِ ضرب کی بجائے جیسا کہ سابقہ مثالوں میں ہوتا تھا، ان کے حاصلِ تقسیم کے مطابق ہوگا۔ اگر ہم توازن کے لئے مختلف اشیاء کی عاملی کمیتوں کو ان کے ضابطے مربع شکل کی قوسوں کے اندر لکھ کر تعبیر کریں، جیسا کہ اکثر کیا جاتا ہے، تو توازن کی مساوات

$$\frac{د}{د} = \frac{[H_2O] \times [Fe]}{[H_2] \times [FeO]}$$

یا

$$\frac{[H_2O]}{[H_2]} = \frac{د_{H_2O}}{د_{H_2}} = \text{ایک مستقل مقدار}$$

بنا بریں تعادل کا انحصار، آبی بخار اور ہائیڈروجن کے دباؤ کی قیمتوں کے اوپر ہوتا ہے۔ اگر، جیسا کہ لوہے پر سے آبی بخار گزارنے کی صورت میں ہوتا ہے، پانی کے دباؤ اور ہائیڈروجن کے دباؤ کی نسبت تعادلی نسبت سے زیادہ ہو تو عمل جاری رہتا ہے یہاں تک کہ کل لوہا آکسائیڈ میں منقلب ہو جاتا ہے۔ برعکس اس کے جب ہائیڈروجن کی رَو گرم آکسائیڈ پر سے گزاری جاتی ہے تو مذکورۂ بالا نسبت تعادلی نسبت سے کم ہوتی ہے اور آکسائیڈ کی کامل تحویل ہو جاتی ہے۔ یہ نسبت تپش کے ساتھ متغیر ہوتی ہے اور تقریباً ۱۰۰۰° ﴾پر اکائی کے برابر ہو جاتی ہے۔ اس لئے اگر اس تپش پر آبی بخار اور ہائیڈروجن کے مساوی حجم لئے جائیں اور یہ آمیزہ لوہے یا آکسائیڈ Fe_4O_5 پر سے گزارا جائے تو کسی قسم کا کیمیائی عمل وقوع پذیر نہیں ہوتا کیونکہ اب دباؤ

کی قیمتیں تعادل کے موافق ہیں۔
گیسوں کے تعادل کی سابقہ مثالوں سے مشابہ، حل شدہ اشیاء کے تعادل کی مثالیں ہیں، لیکن آبی محلول میں برق پاشی افتراق کے باعث تعادل بسا اوقات بہت پیچیدہ ہوتا ہے۔ اس قسم کی چند مثالیں کسی آئندہ باب میں بیان ہونگی۔

محلول میں غیر متجانس تعادل کی ایک مثال، جو کیلسیم کاربونیٹ (Calcium Carbonate) کے افتراق کے مشابہ ہے ہم ایسے غیر حل پذیر نمکوں پر پانی کے عمل میں مشاہدہ کرتے ہیں جو حل پذیر ترشوں اور بہت کمزور غیر حل پذیر اساسوں کے مرکب ہیں۔ نامیاتی اساس مثلاً ڈائی فینل امین (Diphenylamine) اس قدر کمزور ہوتا ہے کہ جب اس کے نمک پانی میں حل کئے جاتے ہیں تو وہ تماماً آزاد ترشہ اور آزاد اساس میں مفترق ہو جاتے ہیں۔ "ڈائی فینل امین" پانی میں حل نہیں ہوتا ویہی حال اس کے نمک کا ہے جو پکرک (Picric) ترشہ کے ساتھ مل کر بنتا ہے۔ جب یہ ٹھوس نمک پانی میں ڈالا جاتا ہے تو وہ ...ی طور پر غیر حل پذیر اساس اور حل پذیر پکرک ترشہ میں مفترق ہو جاتا ہے ...لئے ذیل کی مساوات

Diphenylamine picrate ⇌ Diphenylamine + Picric aci

ہوتی ہے جو مساوات

Calcium Carbonate ⇌ Calcium oxide + Carbon diox

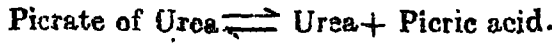
...ماثل ہے سوائے اس فرق کے کہ پکرک ترشہ حل شدہ حالت میں ہوتا اور کاربن ڈائی آکسائیڈ گیسی حالت میں ہوتا ہے۔ گیسی تعادل

کی حالت میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ہر ایک تپش کے لئے گیس کا ایک معین دباؤ یا ارتکاز ہوتا ہے۔ اس لئے ہم توقع کر سکتے ہیں کہ محلولی تعادل کی حالت میں بھی ہر ایک تپش کے لئے حل شدہ شئے کا ایک معین و لچیی دباؤ یا ارتکاز ہونا چاہیے جو بلا لحاظ اُن غیر حل پذیر ٹھوس اشیاء کی مقادیر کے جو وہاں موجود ہوں، قیام تعادل کے لئے ضروری اور کافی ہونا چاہیے - تجربہ اس کا موید ہے۔ ۴۰٫۲° م پر پکرک تُرشہ کا محلول جس میں ۱۳٫۸ گرام تُرشہ فی لیٹر ہوتا ہے ڈائی فینل امین اور اس کے پکریٹ (Picrate) کے ساتھ خواہ یہ اکیلے ہوں یا کسی تناسب سے باہمدیگر آمیختہ ہوں، متعادل ہوتا ہے۔ اگر اس تپش پر "ڈائی فینل امین پکریٹ" پانی کے ساتھ ملایا جائے تو یہ مفترق ہو جاتا ہے یہاں تک کہ پانی میں پکرک تُرشہ کا ارتکاز اس درجہ تک پہنچ جاتا ہے۔

اگر کاربن ڈائی آکسائیڈ افتراقی دباؤ کی بہ نسبت کم دباؤ پر کیلسیم آکسائیڈ سے مس کیا جائے تو کاربونیٹ حاصل نہیں ہوتا۔ اسی طرح، اگر ہم ۴۰٫۲° م پر پکرک تُرشہ کے ایسے محلول کو، جس کا ارتکاز ۱۳٫۸ گرام فی لیٹر سے کم ہو، "ڈائی فینل امین" سے مس کریں تو "ڈائی فینل امین پکریٹ" حاصل نہیں ہوتا۔ برعکس اس کے اگر محلول کا ارتکاز ۱۳٫۸ گرام فی لیٹر سے زیادہ ہو تو "ڈائی فینل امین پکریٹ" بنتا جائیگا حتیٰ کہ ارتکاز تعادلی قیمت تک پست ہو جائیگا۔ ڈائی فینل امین اور اس کے پکریٹ کا رنگ مختلف ہونے کے باعث، اس امر کی تجربی تصدیق بآسانی کی جا سکتی ہے۔ اساس بے رنگ ہے، پکرک تُرشہ کا آبی محلول زرد رنگت کا اور ڈائی فینل امین پکریٹ ایک گہری چاکولیٹ کی سی بھوری رنگت کا ہوتا ہے۔ ۴۰٫۲° م پر پکرک تُرشہ کا محلول جس میں ۱۴ گرام فی لیٹر ہوتے ہیں ڈائی فینل امین کے ساتھ فوراً گہری بھوری رنگت پیدا کر دیتا ہے لیکن اسی تپش پر ۱۳ گرام فی لیٹر والے محلول سے ڈائی فینل امین پر کچھ اثر نہیں ہوتا۔

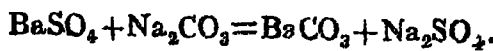
اگر کمزور اساس غیر حل پذیر ہونے کی بجائے حل پذیر ہو تو محلولات کے لئے امونیم ہائیڈروسلفائیڈ کے افتراق کے مطابق تعادل صورت پیدا ہوگا۔

یوریا (Urea) اس قسم کی ایک اساس ہے اور یوریا کا پکریٹ، بحیثیت خود ٹھنڈے پانی میں بہت کم حل ہوتا ہے۔ پس ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے :-

Picrate of Urea ⇌ Urea + Picric acid.

مساوات کے بائیں جانب ایک ٹھوس ہے اور دائیں جانب دو چیزیں محلولی حالت میں ہیں۔ اِس قسم کی اور مثالیں یوریا نائیٹریٹ (Urea Nitrate) اور آگزلیٹ (Oxalate) ہیں جو بہت ہی کم حل پذیر ہیں۔

جب فینان تھرین پکریٹ (Phenanthrene picrate) "مطلق الکوہل" میں حل ہوتا ہے تو یہ فینان تھرین اور پکرک تُرشہ میں، جو کہ دونوں حل پذیر ہیں، مفترق ہو جاتا ہے۔ اِس مثال کے متعلق تحقیقات کی جاچکی ہے اور دریافت کیا گیا ہے کہ یہ کیمیتی عمل کے کُلیہ کے تابع ہے۔ لیکن حساب قدرے پیچیدہ ہے کیونکہ پکرک تُرشہ کا جُزئی طور پر برق پاشیدی افتراق ہو جاتا ہے اور فینان تھرین کا کچھ حصہ سنجوگ کے ذریعہ اُن سالمات کی بہ نسبت جو معمولی سالی ضابطہ کے مطابق ہونے چاہئیں، محلول کے اندر زیادہ بڑے سالمات میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

محلولی حالت میں دھاتی لوہے پر بھاپ کے عمل کے مشابہ بہت سی مثالیں ہیں۔ اگر بیریَم سلفیٹ (Barium sulphate) کو سوڈیم کاربونیٹ کے محلول کے ساتھ جوش دیا جائے تو یہ ذیل کی مساوات کے مطابق، جُزئی طور پر تحلیل ہو جاتا ہے :-

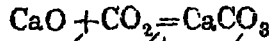
$$BaSO_4 + Na_2CO_3 = BaCO_3 + Na_2SO_4.$$

یہاں بیریَم کے دونوں نمک غیر حل پذیر ہیں، اور سوڈیم کے دونوں نمک

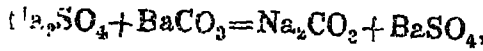
حل پذیر۔ اِس لئے مساوات کی دونوں جانب ایک ٹھوس اور حل شدہ حالت میں ایک نمک ہے۔ بیریم کے نمکوں کی عامل کمیتیں' اثنائے تعامل میں مستقل محسوب ہوسکتی ہیں کیونکہ یہ نمک اگرچہ عام طور پر "غیر حل پذیر" کہلاتے ہیں لیکن درحقیقت یہ پانی میں قابلِ پیمائش حد تک حل ہوتے ہیں (ملاحظہ ہو باب (۲۹) طبیعی کیمیا حصۂ دوم) اِس لئے جو آبی [illegible] اُن کے ساتھ مَس کر رہا ہوگا وہ [illegible] کے لحاظ سے سیر شدہ ہوگا اور سیر شدہ رہیگا یعنی محلول میں ان کا ارتکاز اور عامل کمیت مستقل ہونگے۔ اِس طور سے تعادل کا انحصار سوڈیَم کے حل پذیر نمکوں کے ارتکازوں کی ایک معیّن نسبت پر ہوگا بلالحاظ اِس امر کے کہ ارتکازوں کی واقعی قیمتیں کیا ہوں۔ گلڈبرگ اور واگے نے تجربوں سے دریافت کیا کہ بیریَم (Barium) کے غیر حل پذیر نمکوں کے ساتھ محلول کے تعادل کے لئے کاربونیٹ کا ارتکاز' سلفیٹ کے ارتکاز کی بہ نسبت ۵ گنا ہونا چاہیئے۔ ایسے محلول میں نہ تو سلفیٹ' کاربونیٹ میں اور نہ کاربونیٹ' سلفیٹ میں متبدل ہوگا۔

تازہ تحقیقات سے یہ امر منکشف ہُوا ہے کہ تعادلی محلولات میں کاربونیٹ اور سلفیٹ کا تناسب' مجموعی ارتکاز کے ساتھ قدرے متغیر ہوتا ہے۔ ممکن ہے کہ اس کا سبب عاملیت کی قدر (Activity coefficient) کے تغیرات' مُرتکز محلولات میں سالمی ائتلاف یا اسی قسم کی کوئی اور بات ہو لیکن سردست اِس بارے میں ہماری معلومات اتنی وسیع نہیں ہیں کہ ان سے کوئی معیّن نتیجہ اخذ کیا جا سکے۔

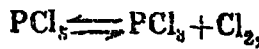
اگر کسی کیمیائی تعادل میں حِصّہ لینے والی شئے کی عامل کمیت زیادہ کی جائے تو توازن بگڑ جاتا ہے اور نظام ایک نئے تعادل کے مطابق متغیر ہو جاتا ہے اور وہ عمل وقوع پذیر ہوتا ہے جس کے باعث اس زیادہ کی ہوئی شئے کی عامل کمیت گھٹ جاتی ہے۔ مثلاً اگر کاربن ڈائی آکسائیڈ ایک ایسے دباؤ پر موجود ہو کہ یہ کیلسیَم آکسائیڈ اور کیلسیَم کاربونیٹ کے آمیزہ کے ساتھ متعادل ہو اور یک لخت اس کا دباؤ بڑھانے سے اس کی عامل کمیت

بڑھا دی جائے تو عملِ ذیل کے مطابق ایک نیا تعادل قائم ہو جائیگا ۔

$$CaO + CO_2 = CaCO_3$$

اس عمل کا رجحان، کاربن ڈائی آکسائیڈ کی عامل کمیت یا دباؤ کم کرنے کی طرف ہے۔
اسی طرح اگر ہمارے پاس ایک آبی محلول ہو جس میں سوڈیم سلفیٹ اور سوڈیم کاربونیٹ اس تناسب سے موجود ہوں کہ بیریم کے نظیری نمکوں سے متعادل ہوں تو اگر ہم اس محلول میں سوڈیم سلفیٹ کی زائد مقدار ڈال کر اس نمک کی عامل کمیت زیادہ کر دیں تو تعادل بگڑ جائیگا اور ذیل کا عمل

$$Na_2SO_4 + BaCO_3 = Na_2CO_3 + BaSO_4,$$

وقوع پذیر ہوگا اور جاری رہیگا حتیٰ کہ سوڈیم سلفیٹ کا ارتکاز گھٹ کر ایک ایسی قیمت پر پہنچیگا جو سوڈیم کاربونیٹ کے نئے ارتکاز کے ساتھ تعادلی نسبت رکھیگا۔

جو اصول سطورِ بالا میں، بیان کیا گیا ہے وہ مسائلِ افتراق کے نقطۂ نگاہ سے، خواہ افتراق گیسی ہو یا برق پاشیدی، خاص اہمیت رکھتا ہے۔ بنظرِ سہولت اس غرض کے لئے اس کو حسبِ ذیل الفاظ میں بیان کر سکتے ہیں:-
اگر کسی منفرق شئے میں، افتراق کے ایک یا زیادہ حاصلوں کا اضافہ کیا جائے تو درجۂ افتراق کم ہو جاتا ہے۔ مثلاً فاسفورس پنٹا کلورائیڈ (Phosphorus Pentachloride) جب مبخر ہوتا ہے تو مساواتِ ذیل کے مطابق منفرق ہوتا ہے

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2,$$

لیکن اس کی بخاری کثافت، اس قیمت کی بہ نسبت جو معمولی ضابطہ کے مطابق ہونی چاہیے، نصف سے کچھ ہی زیادہ ہوتی ہے۔ اگر پنٹا کلورائیڈ ایسی فضاء میں مبخر کیا جائے جہاں پیشتر سے فاسفورس ٹرائی کلورائیڈ کی معتدبہ مقدار موجود ہو تو بخاری کثافت پنٹا کلورائیڈ کے ضابطے PCl_5 کے مطابق حاصل

ہوتی ہے۔ یہاں افتراق کے حاصلوں میں سے ایک یعنی PCl_3 کے اضافہ سے پنٹا کلورائیڈ کا افتراق اس درجہ تک کم ہو جاتا ہے کہ بخاری کثافت عملاً طبعی قیمت تک پہنچ جاتی ہے۔

امونیم ہائیڈروسلفائیڈ (Ammonium hydrosulphide) کے افتراق کی حالت میں (صفحہ ۹۶ طبیعی کیمیا حصۂ دوم) طبعی افتراقی حاصلوں میں امونیا یا ہائیڈروجن سلفائیڈ کے اضافہ کرنے سے' درجۂ افتراق کم ہو جاتا ہے۔ چونکہ یہاں بخاری حالت میں غیر مفترق شے بہت قلیل مقدار میں موجود ہوتی ہے اس لئے نمک کی بہت تھوڑی مقدار مبخر ہوتی ہے۔ یہ امر اعداد مندرجہ صفحہ ۹۷ (طبیعی کیمیا حصۂ دوم) کے مطالعہ سے بآسانی سمجھ میں آسکتا ہے۔ ۳ء۲۵° پر افتراقی دباؤ ۵۰۱ سمر ہے۔ اس میں سے آدھا دباؤ امونیا کا اور آدھا ہائیڈروجن سلفائیڈ کا ہے۔ اب اگر ہم اس ہائیڈرو سلفائیڈ کو ایک ایسی فضاء میں جہاں ہائیڈروجن سلفائیڈ پہلے سے ۶ء ۳۶۶ سمر دباؤ کے تحت موجود ہو' مفترق ہونے دیں تو دباؤ صرف ۷ء۱۰۱ سمر بڑھیگا یعنی ان حالات کے تحت افتراقی دباؤ صرف ۷ء۱۰۱ سمر ہوگا۔ اگر افتراق ایک ایسی فضاء میں جہاں امونیا کا دباؤ ۳۶ سمر ہو وقوع پذیر ہو تو اسی طرح افتراق اپنی طبعی قیمت کی بہ نسبت صرف تقریباً ایک تہائی رہ جائیگا۔

فرض کرو کہ دو اشیاء ایک ہی فضاء میں مفترق ہو رہی ہیں اور ان کا ایک مشترک افتراقی ماحصل ہے۔ تحریر مندرجہ بالا سے واضح ہے کہ اس حالت میں ہر دو اشیاء کا درجۂ افتراق اس حالت کی بہ نسبت جبکہ ان میں سے صرف ایک اس فضاء میں موجود ہوتی' کم ہوگا۔ مثال کے طور پر امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ اور ایتھل امونیم ہائیڈروسلفائیڈ (Ethyl ammonium hydrosulphide) کے آمیزہ کی واردات پر غور کرو۔ یہ اشیاء مندرجۂ ذیل مساواتوں کے مطابق مفترق ہوتی ہیں

$$NH_3(C_2H_5)HS \rightleftharpoons NH_2(C_2H_5) + H_2S,$$

$$NH_4HS \rightleftharpoons NH_3 + H_2S,$$

ہر دو اعمال میں ہائیڈروجن سلفائیڈ H_2S مشترک افتراقی حاصل ہے۔ جب یہ ایک ہی فضا میں مفترق ہوتے ہیں تو نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ہر ایک دوسرے کے افتراق کے لئے ہائیڈروجن سلفائیڈ سے بھری ہوئی ایک فضا مہیا کرتا ہے اور ہر ایک کا افتراقی دباؤ اکیلے مفترق ہونے کی حالت کی بہ نسبت کم ہوجاتا ہے۔ مثلاً ۲۶ء۳° پر امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ کا افتراقی دباؤ ۵۳ء۶ سمر اور ایتھل امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ کا افتراقی دباؤ ۱۳ء۵ سمر ہوتا ہے۔ پس اگر یہ دونوں چیزیں ایک ہی فضا میں مفترق ہوتے ہوئے ایک دوسرے پر اثر نہ ڈالیں تو ان کے آمیزہ کا افتراقی دباؤ دونوں کے افتراقی دباؤ کی علیحدہ علیحدہ قیمتوں کا حاصل جمع یعنی ۶۷ء۱ سمر ہونا چاہیے۔ تجربتہً جو قیمت (۵۲ء۴ سمر) حاصل ہوتی ہے وہ اس کی بہ نسبت بہت کم ہے بلکہ وہ تو اکیلے امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ کے افتراقی دباؤ سے بھی کم ہے۔ یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ اگر گیسوں کے دباؤ ان کی عامل کمیت کا معیار قرار دیئے جائیں تو یہ نتیجہ کمیتی عمل کے کلیہ کے مطابق نہیں ہے۔ نظری قیمت ۵۵ء۱ سمر ہے جو امونیم ہائیڈرو سلفائیڈ کے افتراقی دباؤ کی بہ نسبت کچھ زیادہ ہے۔

اگر غیر مساوی طور پر مفترق ہونے والی دو اشیاء، جیسا کہ سابقہ مثال میں مذکور ہے، ایک ہی جگہ لائی جائیں تو جتنا اثر زیادہ مفترق شئے، کم مفترق شئے کے درجۂ افتراق پر ڈالیگی وہ اس اثر کی بہ نسبت جو کم مفترق شئے زیادہ مفترق شئے کے درجۂ افتراق پر ڈالیگی بہت زیادہ ہوگا۔ یہ نتیجہ قرین قیاس ہے کیونکہ زیادہ مفترق شئے مشترک افتراقی حاصل کے ارتکاز کو زیادہ بڑھاتی ہے بہ نسبت اس قیمت کے جو کم مفترق شئے کے افتراق کے باعث بڑھتی ہے۔ برعکس اس کے اگر موخر الذکر شئے اپنی طبعی حد تک بھی مفترق ہو تو بھی وہ مشترک افتراقی حاصل کے ارتکاز کو، اس قیمت کی بہ نسبت جو زیادہ مفترق شئے کے منفرد افتراق سے حاصل ہوتی ہے، صرف خفیف سا بڑھائیگی۔ بالفاظ دیگر پہلی حالت میں اضافی بیشی زیادہ اور دوسری حالت میں اضافی بیشی کم ہوتی ہے اور افتراق پر اثر اسی انداز سے پڑتا ہے۔

اب صرف متوازن عمل پر تپش کے اثر کی بحث باقی ہے۔ ترقیٔ تپش سے کیمیائی عمل کم و بیش ہمیشہ زیادہ تیز ہو جاتا ہے۔ اس لیے کسی متوازن عمل میں ترقیٔ تپش کا نتیجہ یہ ہوگا کہ راست اور معکوس دونوں عمل زیادہ تیز ہو جائینگے۔ لیکن معکوس عمل باندازۂ مساوی تیز نہیں ہوتا اس لئے نقطۂ تعادل یا تو بلند ہو جاتا ہے یا پست۔ نقطۂ تعادل کا یہ ہٹاؤ اُس حرارت سے وابستہ ہے جو تعادل میں پیدا ہوتی ہے۔ اگر راست عمل میں ہر ایک گرام سالمہ کے استحالہ کے لیٔے حراروں کی ایک معین تعداد خارج ہوتی ہے تو معکوس عمل میں حرارت کی بالکل مساوی مقدار جذب ہو جاتی ہے۔ ترقیٔ تپش سے تعادل پر ہمیشہ اس قسم کا اثر پڑتا ہے کہ نقطۂ تعادل انجذاب حرارت کے موافق سمت میں ہٹتا ہے۔ پس اگر راست عمل میں حرارت خارج ہوتی ہو تو عمل اعلیٰ تپش پر اتنا زیادہ نہیں ہوتا ہے جتنا کہ پست تپش پر ہوتا ہے کیونکہ اگر پست تپش پر حالت تعادل سے آغاز کریں اور پھر نظام کو اعلیٰ تپش تک گرم کریں تو حرارت جذب کرنے والا معکوس عمل وقوع پذیر ہوتا ہے اور نقطۂ تعادل پیچھے ہٹ جاتا ہے۔ برعکس اس کے اگر راست عمل میں حرارت جذب ہو تو عمل پست تپش کی بہ نسبت اعلیٰ تپش پر زیادہ ہوگا۔ معمولی تپش پر گیسی افتراق کی تمام مثالوں میں افتراق کے ساتھ حرارت جذب ہوتی ہے اس لئے ترقیٔ تپش کے ساتھ درجۂ افتراق زیادہ ہو جاتا ہے۔ مثلاً کیلسیئم کاربونیٹ کا افتراقی دباؤ ترقیٔ تپش کے ساتھ بڑھتا ہے اور اسی طرح امونیئم ہائیڈرو سلفائیڈ جیسے نمکوں کا افتراقی دباؤ بھی ترقیٔ تپش سے بڑھتا ہے جیسا کہ فہرست ذیل میں دکھایا گیا ہے:-

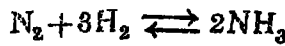
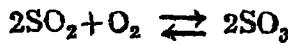
امونیئم ہائیڈرو سلفائیڈ کا افتراقی دباؤ

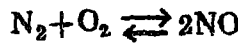
تپش (°م)	دباؤ (مم)
۷٫۰	۱۵۵
۱۲٫۲	۲۱۶
۱۷٫۶	۳۱۰
۲۲٫۴	۴۲۱
۲۷٫۶	۵۷۳

اسی طرح نائیٹروجن پر آکسائیڈ گیس جو معمولی تپش پر سادہ سالمات NO_2 میں صرف ۲۰ فی صدی مفترق ہوتی ہے، ۱۳۰°م پر تقریباً کامل طور پر مفترق ہو جاتی ہے۔

مندرجۂ ذیل صنعتی (Technical) تعاملات میں

$$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3$$

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

اتحاد کے وقت حرارت خارج ہوتی ہے اور اس لئے ترقیٔ تپش سے کیمیائی اتحاد کی مقدار گھٹ جاتی ہے۔ اس لئے ان عملوں کو حتمنہ پست تپش پر انجام دینے کی کوشش کی جاتی ہے۔ تعاملات میں تیزی مناسب حلانی عاملوں کے ذریعہ پیدا کی جاتی ہے۔ اس کے برعکس نائیٹرک آکسائیڈ جب بنتا ہے

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

تو حرارت جذب ہوتی ہے اور بلند تپش سے کیمیائی ترکیب یا اتحاد زیادہ ہوتا ہے۔ بدیں وجہ اس تالیف میں برقی قوس کی تپش استعمال کی جاتی ہے۔ اور حاصل ترکیب حتمنہ تیزی کے ساتھ ایسی تپش تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے کہ جس پر متعاکس عمل کی رفتار ناقابل لحاظ اور ہیچ ہوتی ہے۔

مندرجۂ ذیل جدول میں بتایا گیا ہے کہ تپش کے اثر کا فرق امونیا اور نائیٹرک آکسائیڈ کی تالیفوں پر کیا ہے:۔

تپش	امونیا کی فیصدی مقدار جو تعادلی آمیزہ میں ۱۰۰ کرہ ہوائی دباؤ کے تحت موجود ہے	تپش	نائیٹرک آکسائیڈ کی فیصدی مقدار ہوا سے بطور ابتدائی آمیزہ کے۔
۵۵۰°	۱۱٫۹	۱۶۰۰°	۰٫۴۳
۶۵۰°	۵٫۲	۱۷۵۰°	۰٫۶۷
۷۵۰°	۳٫۰	۱۹۰۰°	۱٫۰
۸۵۰°	۱٫۲	۲۳۰۰°	۲٫۰
۹۵۰°	۱٫۱	۳۰۰۰°	۵٫۰

گیسی تعاملوں کے لئے تپش کا اثر نقطۂ توازن پر مساوات ذیل کے ذریعہ ظاہر کیا جا سکتا ہے جو ابتداءً فانٹ ہوف[1] نے بتایا تھا:-

$$\frac{\text{ف لوک}_و \text{ م}}{\text{ف ت}} = \frac{\text{س}}{\text{م ت}^2}$$

یہاں م، توازنی مستقل، س تعامل کی سالمی حرارت، م گیسی مستقل اور ت تپش مطلق ہے۔ اگر اس مساوات کا تکملہ کیا جائے یہ فرض کرکے کہ س تپش کے لحاظ سے متغیر نہیں ہے (جیسا کہ بہت وسیع حدود کے اندر اکثر تقریباً صحیح ہے) تو مساوات

$$\text{لوک}_و \text{ م} = -\frac{\text{س}}{\text{م ت}} + \text{ب}$$

حاصل ہوتی ہے۔ جس میں ب ایک مستقل ہے۔ پس توازنی مستقل کا لوکارتھم مطلق تپش کے مقلوب کا ایک خطی تفاعل پایا جاتا ہے۔

مندرجۂ بالا مثالوں پر ہم نے جو بحث کی ہے ایک عام قاعدہ سے تعلق رکھتی ہیں جس کو لوشاٹیلیئر (Le chatelier) کا **اصول** کہتے ہیں۔ یہ اصول اس طرح بیان کیا جا سکتا ہے: کسی توازنی حالت کا جن اجزائے ضربی پر انحصار ہو، ان میں سے اگر کسی ایک میں تغیر پیدا کیا جائے تو توازن اس طرح ہٹ جاتا ہے کہ تغیر کی جزواً مخالفت کی جاتی ہے۔ چنانچہ جذب حرارت کے تعامل کا وقوع پذیر ہونا ترقیٔ تپش پر منحصر ہے اور ایسے تعامل کا تقاضا ترقیٔ تپش کے مخالف ہے۔ اسی طرح وہ تعامل جس کے ساتھ حجم کی کمی واقع ہوتی ہے ترقیٔ دباؤ پر منحصر ہے اور ایسا تعامل دباؤ کی ترقی کے خلاف عمل کرنے کا متقاضی ہے۔ اس قاعدہ کا اطلاق طبیعی اور کیمیائی دونوں توازنوں پر ہوتا ہے۔ اگر ہم کسی مایع کی ایک مقدار کو لے کر اس کے حجم سے بڑی فضاء میں بند کر دیں تو کچھ مایع بخار کی شکل اختیار کریگا۔ حتیٰ کہ تعادل یا توازن کی ایک حالت پیدا ہوتی ہے، اس تبخیر میں حرارت جذب ہو جائیگی۔

[1] Van't Hoff

اگر اب ہم تپش کو ترقی دیں لیکن حجم کو مستقل رکھیں تو تعادل بگڑ جائیگا اور حرارت خوار عمل واقع ہوگا یعنی زیادہ مائع بخار میں تبدیل ہوگا اور اس طرح بخاری دباؤ زیادہ ہو جائیگا۔

ایک دلچسپ نوعیت کے متوازن عمل کی متعدد مثالیں "حرکی ہم ترکیبی" (Dynamic isomerism) کے عنوان سے یکجا جمع کی گئی ہیں۔

امونیم تھایو سائیانیٹ (Ammonium thiocyanate) اور تھایو یوریا (Thiourea) دو ہم ترکیب اشیاء ہیں، ان دونوں کا امتحانی ضابطہ CSN_2H_4 ہے اور ۱۰۰ ؁ سے پست ترتپشوں پر ان کی ہم ترکیبی دیگر اشیاء کی ہم ترکیبی سے کسی خاص طریقہ سے مختلف نہیں ہوتی۔ لیکن اگر ان میں سے کوئی ایک گلایا جائے تو یہ جزوی طور پر دوسرے میں مستحل ہو جاتا ہے اور توازن ایک ایسے نقطہ پر واقع ہوتا ہے جہاں مائع ۸۰ فی صدی "امونیم تھایو سائیانیٹ" اور ۲۰ فی صدی "تھایو یوریا" پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس مخصوص مثال میں، معمولی تپش پر ان اشیاء کا رجحان، جب کہ یہ خالص ہوتی ہیں، ایک دوسرے میں مستحل ہونے کی طرف نہیں ہوتا۔ اس لیے ان کے درمیان متضاد تعامل اور توازن کا مطالعہ تجربی طور پر کیا جا سکتا ہے۔ دیگر مثالیں جن کی تحقیق ہو چکی ہے ایسی ہیں کہ بحالت محلول ایک ہم ترکیب شے کا دوسری میں استحالہ ہر دو اشیاء کی مناظری عاملیت کے اختلاف کے باعث "تقطیب پیما" کے ذریعہ سے مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔

غالب قیاس یہ ہے کہ "حرکی ہم ترکیبی" (Tautomerism) اور "بند تبدیلی" (Desmotropy) کے اکثر مظاہر جو نامیاتی کیمیا میں دیکھے جاتے ہیں ایسے ہی اسباب کے ذریعہ ان کی توجیہ ہو سکتی ہے۔ مثلاً ایسے مائعات جو بالعموم گروہ $-CH_2.CO-$ کے ساتھ لکھے جاتے ہیں، اکثر اوقات اس طرح عمل کرتے ہیں گویا کہ ان میں گروہ "ای نول" $-CH:C(OH)-$ (Enol) موجود ہے۔ ان مائعات کے طبیعی خواص کی جو قیمتیں حاصل ہوتی ہیں وہ اس امر کی طرف دلالت کرتی ہیں کہ یہ دونوں ہم ترکیب اشیاء کے آمیزے ہیں۔ ان مائعات کا ایسے آمیزے ہونا، بہت اغلب ہے کیونکہ اب ہم ترکیبی توازن کی دیگر مثالیں متحقق

ہو چکی ہیں۔

متوازن عمل کی مثالیں مندرجۂ ذیل مضامین میں مذکور ہیں۔ طالب علم ان کا مطالعہ کرسکتے ہیں:-

جے۔ ٹی۔ کنڈل[1] "نائٹروجن پر آکسائیڈ کا افتراق" مطبوعہ Journal of the Chemical Society ۵۹ (۱۸۹۱) صفحہ ۱۰۶۷، ۶۷ (۱۸۹۵) صفحہ ۷۹۴۔ نیز اسی جریدہ میں اسٹوالڈ[2] کا مضمون مندرجۂ ۶۱ (۱۸۹۲) صفحہ ۲۴۲۔

جے۔ واکر اور جے آر۔ ایپل یارڈ[3]۔ "پکرک ترشہ اور ڈائی فینل امین" مطبوعہ جریدۂ بالا ۶۹ (۱۸۹۶) صفحہ ۱۳۴۱۔

جے۔ واکر اور جے۔ ایس۔ لمسڈن[4] "الکل امونیم ہائیڈروسلفائیڈز (Alkyl ammonium hydrosulphides) کا افتراق" مطبوعہ جریدہ بالا ۷۱ (۱۸۹۷) صفحہ ۴۲۸۔

ٹی۔ ایم۔ لوری[5]۔ "حرکی ہم ترکیبی (Dynamic isomerism)" مطبوعہ جریدۂ بالا ۷۵ (۱۸۹۹) صفحہ ۲۳۵۔

---

[1] J. T. Cundall

[2] W. Ostwald

[3] J. Walker & J. R. Appleyard

[4] J. S. Lumsden

[5] T. M. Lowry

باب بست و پنجم

کیمیائی استحالہ کی شرح

کیمیائی تعادل کی بحث کو آسان بنانے کی خاطر، سابقہ باب میں بعض مقامات پر، ہم "تعاملی رفتار" کے موضوع کی طرف اشارہ کر چکے ہیں لیکن وہاں اس کی عملی تخمین کی طرف توجہ نہیں کی گئی۔ نسبتاً بہت کم حالتوں میں اس کی صحیح تخمین ممکن ہے کیونکہ اکثر تعامل یا تو اس قدر تیزی سے واقع ہوتے ہیں یا وہ ضمنی تعاملوں کے باعث اس قدر پیچیدہ ہو جاتے ہیں کہ تعامل کے لیے کوئی معین شرح محسوب نہیں کی جا سکتی۔ ایک نہایت ہی سادہ تعامل، جس کا مطالعہ کامیابی کے ساتھ تقریباً سب سے پہلے کیا گیا تھا، "گنّے کی شکر" (Can. sugar) کا معاکسہ ہے۔ جب یہ چیز آبی محلول میں کسی معدنی ترشہ کے ساتھ گرم کی جاتی ہے تو یہ بتدریج "گلوکوز" (Glucose) اور "فرکٹوز" (Fructose) کے آمیزہ میں تبدیل ہو جاتی ہے اور یہ تبدیلی تقطیب پیما کے ذریعہ سے صحیح طور پر مشاہدہ کی جا سکتی ہے۔ گنّے کی شکر کے محلول کی مناظری تحویل ابتداءً مثبت ہوتی ہے لیکن اس انقلاب کے بعد جو ترشہ کے عمل سے وقوع پذیر ہوتا ہے منفی ہو جاتی ہے۔ اس لیے اگر ہم گنّے کی شکر کے محلول کو تقطیب پیمائی مشاہدی

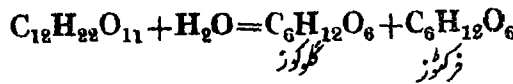
نلی میں رکھیں اور وقتاً فوقتاً زاویۂ تحویل پڑھتے جائیں تو ہم تعاملی نظام میں کسی طرح خلل انداز ہوئے بغیر محلول کی ترکیب کے تغیر کا پتہ لگا سکتے ہیں۔ مثلاً گنے کی شکر کے ایک محلول کی ابتدائی مناظری تحویل ۴۶٫۷۵° تھی اور اس محلول کے کامل معاکسہ کے بعد یہ تحویل -۱۸٫۷۵° تھی۔ پس گنے کی شکر سے معاکسی شکر (Invert sugar) کے مکمل معاکسہ میں زاویۂ تحویل کا مجموعی تغیر ۴۶٫۷۵° + ۱۸٫۷۵° = ۶۵٫۵° تھا۔ آغازِ تعامل سے ایک گھنٹہ گزرنے کے بعد تحویل ۳۵٫۷۵° پائی گئی تھی یعنی اس عرصہ میں تحویل کا زاویہ ۱۱٫۰۰° کم ہوگیا تھا۔ بنابریں مستحل گنے کی شکر کی مقدار کل مقدار کے مقابلہ میں ۱۱٫۰۰ ÷ ۶۵٫۵ = ۰٫۱۶۸ تھی۔ اِس طور سے کسی اور عرصہ میں مستحل مقدار کی تخمین ممکن ہے۔

ذیل کی فہرست میں مختلف اوقات پر زاویۂ تحویل کی مشاہدہ کردہ قیمتیں درج ہیں:—

وقت دقیقوں میں	زاویۂ تحویل	لا	مستقل مقدار
۰	۴۶٫۷۵	....	....
۳۰	۴۱٫۰۰	۵٫۷۵	۰٫۰۰۱۳۳۰
۶۰	۳۵٫۷۵	۱۱٫۰۰	۱۳۳۲
۹۰	۳۰٫۷۵	۱۶٫۰۰	۱۳۵۲
۱۲۰	۲۶٫۰۰	۲۰٫۷۵	۱۳۷۹
۱۵۰	۲۲٫۰۰	۲۴٫۷۵	۱۳۲۱
۲۱۰	۱۵٫۰۰	۳۱٫۷۵	۱۳۷۱
۳۳۰	۲٫۷۵	۴۴٫۰۰	۱۴۶۵
۵۱۰	-۷٫۰۰	۵۳٫۷۵	۱۴۶۳
۶۳۰	-۱۰٫۰۰	۵۶٫۷۵	۱۳۸۶
∞	-۱۸٫۷۵	۱=۶۵٫۵۰	.....

اِس فہرست سے عیاں ہے کہ جوں جوں گنے کی شکر کی مقدار محلول میں کم ہوتی جاتی ہے، تعامل کی شرح بھی کم ہوتی جاتی ہے۔ پہلے دو گھنٹوں میں زاویۂ تحویل کا تغیر ۲۰٫۷۵° ہے لیکن آغازِ تعامل کے بعد ۱۰۵ دقیقہ سے ۲۳۰ دقیقہ تک کے دو گھنٹوں میں یہ تغیر صرف ۳٫۰۰° رہ جاتا ہے۔ یہ امر گلڈبرگ اور واگے کے اصول کے مطابق ہے کہ کسی معیّن وقت میں مستحل مقدار، گنے کی شکر کی مقدار کے مطابق کم ہوتی جائیگی۔ اس تعامل کی کیمیائی مساوات یہ ہے:—

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O=C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

گلوکوز فرکٹوز

جوں جوں عمل ترقی کرتا ہے پانی اور گنے کی شکر دونوں غائب ہوتے جاتے ہیں لیکن اگر ہم اس امر کو پیشِ نظر رکھیں کہ عمل آبی محلول میں واقع ہوتا ہے تو یہ ظاہر ہے کہ پانی کی عامل کمیت بہت کم متغیر ہوسکتی ہے اس لیے عملی اغراض کی خاطر، پانی کی عامل کمیت مستقل شمار کی جاتی ہے۔ یہ عمل متوازن نہیں ہے بلکہ جب تک گنے کی شکر کی کل مقدار مستحل نہیں ہوجاتی جاری رہتا ہے۔ اگر گنے کی شکر کا ابتدائی ارتکاز ا ہو اور کسی وقت و پر مقدار لا کا استحالہ ہوچکا ہو تو اُس وقت، استحالہ کی شرح یک سالمی ضابطہ کے مطابق، حسبِ ذیل ہوگی:—

$$\frac{\text{فر لا}}{\text{فر و}} = \text{م}\ (\text{ا} - \text{لا})$$

جس میں فر لا سے مُراد وہ بہت تھوڑی سی مقدار ہے جو وقت و پر شروع ہوکر بہت قلیل وقفہ فر و میں مستحل ہوتی ہے اور م، عمل کی رفتار کی شرح ہے۔ احصاء تکملات کے ذریعہ ہم اس مساوات سے لا اور و کے درمیان رابطہ، یعنی تعامل کی کسی منزل کے لیے ابتدائی ارتکاز اور رفتاری مستقل کی رقموں میں اُن کی متناظر قیمتیں دریافت کرسکتے ہیں۔ اِس رابطہ

کی شکل یہ ہوتی ہے :-

ر / (ا ـ لا) = ومر

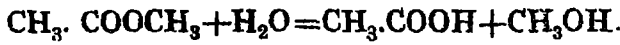
یعنی مر = ۱/و لوکو ر/(ا ـ لا) = ۲٫۳/و لوک۱۰ ا/(ا ـ لا)

جملہ ۱/و لوک ر/(ا ـ لا) کی قیمتیں جو اثنائے تعامل میں تقریباً مستقل رہتی ہیں سابقہ فہرست کے آخری خانہ میں درج ہیں۔ اس مستقل مقدار کی قیمت محسوب کرنے کے لیے زاویۂ تحویل کو گنّے کی شکر کے واقعی ارتکاز میں تبدیل کرنا غیر ضروری ہے کیونکہ ہمیں صرف نسبت ر/(ا ـ لا) کی قیمت دریافت کرنا ہے۔ ا یعنی مجموعی ارتکاز کے بجائے ہم زاویۂ تحویل کے ابتدائی اور انتہائی مشاہدات کا فرق یعنی ۴۶٫۷۵ ـ (ـ ۱۸٫۷۵) = ۶۵٫۵ اور لا کے بجائے ابتدائی مشاہدہ اور وقت و پر کے مشاہدہ کا فرق استعمال کر سکتے ہیں۔ موخر الذکر فرق کی قیمتیں سابقہ فہرست کے تیسرے خانہ میں درج ہیں۔ پس تجربہ[۱] گلڈبرگ اور واگے کے نظریہ کے درمیان اس مثال میں تسلی بخش توافق ہے۔

ترشوں کے ایسے مسرع عمل کی ایک مثال ایسٹرز (Esters) کی آب پاشیدگی (Hydrolysis) میں پائی جاتی ہے۔ اگر میتھل ایسیٹیٹ (Methyl acetate) جیسا کوئی ایسٹر (Ester) پانی کے ساتھ ملایا جائے تو دونوں اشیاء کے درمیان تعامل سے ایسیٹک ترشہ اور میتھل الکوہل صورت پذیر ہوتے ہیں (ملاحظہ ہو باب ۲۴)۔ یہ دراصل ایک متوازن عمل ہے لیکن اگر محلول بہت ہلکا ہو تو استحالہ تقریباً مکمل ہوتا ہے اور یہ عمل بھی

۱؎ گنّے کی شکر کے معاملہ کا مطالعہ ولہلمی (Wilhelmy) نے علمی و نظری طور پر کیا تھا۔ مندرجہ فہرست ولہلمی کے تجربوں سے اخذ کیے گئے ہیں۔ گلڈبرگ (Guldberg) اور واگے (Waage) نے اپنا اصول اس کے بعد وضع کیا تھا۔

اس بسیط صنف کا بن جاتا ہے جیسے کہ گنّے کی شکر کا معاکسہ۔ مساوات حسب ذیل ہوتی ہے :۔

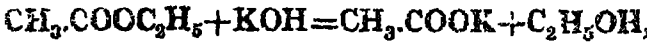
$$CH_3.COOCH_3+H_2O=CH_3.COOH+CH_3OH.$$

اگر کوئی تُرشہ موجود نہ ہو تو عمل بہت آہستگی سے ہوتا ہے لیکن طاقتور معدنی تُرشوں مثلاً ہائیڈروکلورک تُرشہ کی موجودگی میں، یہ اوسط سرعت سے واقع ہوتا ہے۔ تعاملی نظام کو بگاڑے بغیر اس عمل کی ترقی کا مطالعہ گنّے کی شکر کے معاکسہ کی طرح کسی طبیعی طریقہ سے نہیں کیا جا سکتا۔ لیکن ایک کیمیائی طریقہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ معیّن وقفوں کے بعد محلول کی ایک معروف مقدار علیحدہ کر کے ہلکی قلی سے معایرہ (titrate) کی جا سکتی ہے۔ ترقیٔ عمل کے ساتھ ایسیٹک تُرشہ کے بننے کے باعث تعدیل کے لیے قلی کی مطلوبہ مقدار زیادہ ہوتی جاتی ہے، اور اس بیشی سے استحالہ کی مقدار مستنبط کی جا سکتی ہے۔ یہ معلوم ہوا ہے کہ ہر لمحہ پر مقدارِ استحالہ ایسٹر کی موجودہ مقدار کے متناسب ہوتی ہے اور اسی ضابطہ کے توسط سے، جو گنّے کی شکر کے معاکسہ کے لیے استعمال کیا گیا تھا ایک رفتاری مستقل محسوب کیا جا سکتا ہے۔ مختلف تُرشوں کے ساتھ حاصل کردہ رفتاری مستقل مقادیر کے موازنہ سے معلوم ہوتا ہے کہ تُرشوں کا اضافی سریع اثر دونوں اعمال کے لیے یکساں ہے۔

یہ بدیہی بات ہے کہ متذکرۂ بالا تعاملات صحیح معنوں میں یک سالمی نہیں ہیں اگرچہ ان کا طرزِ عمل یک سالمی ضابطہ ہی کے تابع ہے۔ ان دونوں اصناف میں پانی کو بہت بڑا بلکہ لازمی دخل ہے لیکن چونکہ محلول اشیاء کی بہ نسبت وہ بہت وافر مقدار میں موجود ہوتا ہے اس لیے اس کی عامل کمیت کو شروع سے آخر تک مستقل تصور کر سکتے ہیں اور صرف دیگر اشیاء کے ارتکاز پر غور کی ضرورت ہوتی ہے۔

گیسوں کی یک سالمی تحلیل کی ایک اچھی واضح مثال نائیٹروجن پنٹاکسائیڈ سے متعلق موجود ہے جو ذیل کی مساوات کے بموجب ہے :۔

$$2N_2O_5 = 2N_2O_4 + O_2.$$

تابکاری (Radioactive) استحالے صحیح معنوں میں یک سالمی ہیں۔ ہر ایک تابکار جوہر کا تکسر آزادانہ طور پر بلا لحاظ دُوسرے جوہروں کے وقوع پذیر ہوتا ہے۔
قلوی اشیاء کے ذریعہ سے ایسٹرز (Esters) کی تصبینی تحویل دو سالمی تعامل کی ایک مثال ہے۔ کاوی پوٹاش (Caustic potash) کے ذریعہ سے ایتھل ایسیٹیٹ (Ethyl acetate) کی تصبینی تحویل ذیل کی مساوات کے بموجب عمل میں آتی ہے:۔

$$CH_3.COOC_2H_5 + KOH = CH_3.COOK + C_2H_5OH,$$

جب تک تعاملی اشیاء میں سے کوئی ایک بالکل غائب نہیں ہوجاتی یہ عمل جاری رہتا ہے۔ اگر دونوں اشیاء تعادلی تناسبوں میں لی جائیں اور ہر ایک کی عامل کمیت ا سے تعبیر کی جائے تو شرحِ استحالہ کی عام مساوات حسبِ ذیل ہوگی:۔

$$\frac{\text{فر لا}}{\text{فر و}} = \text{م}\,(\text{ا} - \text{لا})^2$$

جس کا تکملہ کرنے سے مساواتِ ذیل حاصل ہوتی ہے:۔

$$\text{م} = \frac{1}{\text{و}} \cdot \frac{\text{لا}}{\text{ا}(\text{ا}-\text{لا})}$$

تجربی تحقیقات اس نتیجہ کی مؤید ہے اور مساوات کے بائیں ہاتھ والا جملہ درحقیقت مستقل ہے۔ تصبینی تحویل کا صدور ہم محلول میں سے معین مقادیر وقتاً فوقتاً نکال کر تُرشہ کے ساتھ معائرہ کرکے بآسانی معلوم کرسکتے ہیں۔ جوں جوں عمل صادر ہوتا ہے محلول پوٹاسیم ہائیڈر آکسائیڈ کی تعدیل کے لیے تُرشہ کی مقدار تناسب انداز سے کم ہوتی جاتی ہے۔ کسی معین ایسٹر کے لیے کاوی قلیوں (Caustic Alkalies) اور قلوی مٹیوں (Alkaline earths) کے

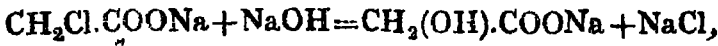
معادل محلولات سے تصبینی تحویل عملاً یکساں شرح پر وقوع پذیر ہوتی ہے، لیکن اگر امونیا استعمال کی جائے تو تصبینی تحویل کی شرح بہت کم ہوتی ہے۔ کسی معین اساس کے لیے تصبینی تحویل کی شرح پر ترشئی اصلیہ اور الکل اصلیہ (Alkyl radical) کی ماہیت کا جن سے ایسٹر بنا ہوتا ہے، بہت اثر ہوتا ہے۔ مثلاً ۹ء۴°م پر کاوی سوڈے کے ذریعہ سے مختلف ایسیٹیٹس (Acetates) کی تصبینی تحویل کے لیے رفتاری مستقل مقادیر حسب ذیل ہیں:—

میتھل ایسیٹیٹ	(Methyl acetate)	۳ء۴۹۳
ایتھل ایسیٹیٹ	(Ethyl acetate)	۲ء۳۰۷
پروپل ایسیٹیٹ	(Propyl acetate)	۱ء۹۲۰
آئیسو بیوٹل ایسیٹیٹ	(Isobutyl acetate)	۱ء۶۱۸
آئیسو امیل ایسیٹیٹ	(Isoamyl acetate)	۱ء۶۳۵

۴ء۴°م پر ایک ہی اساس کے ساتھ مختلف ایتھل ایسٹرز (Ethyl esters) کے لیے یہی اعداد حسب ذیل ہیں:—

ایتھل ایسیٹیٹ	(Ethyl acetate)	۳ء۲۰۴
ایتھل پروپیونیٹ	(Ethyl propionate)	۲ء۱۸۶
ایتھل بیوٹریٹ	(Ethyl butyrate)	۱ء۷۰۲
ایتھل آئیسوبیوٹریٹ	(Ethyl isobutyrate)	۱ء۷۳۱
ایتھل آئیسو ویلریٹ	(Ethyl isovalerate)	۰ء۶۱۴
ایتھل بنزوئیٹ	(Ethyl benzoate)	۰ء۸۳۰

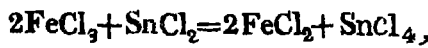
دو سالی تعامل کی دوسری مثالیں جن کی تحقیقات ہوچکی ہے کاوی سوڈا (caustic soda) اور سوڈیئم کلورایسیٹیٹ (Sodium chloracetate) سے مساوات ذیل کے مطابق سوڈیئم گلائی کولیٹ (Sodium glycollate) کی پیدائش ہے۔

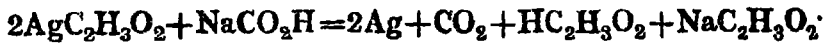
$$CH_2Cl.COONa + NaOH = CH_2(OH).COONa + NaCl,$$

اور ایتھل ایوڈائیڈ (Ethyl iodide) اور ٹرائی ایتھل امین (Triethylamine) سے مساواتِ ذیل کے مطابق ٹیٹرا ایتھل امونیم ایوڈائیڈ (Tetra-ethyl-ammonium iodide) جیسے نمکوں کی پیدائش ہے :-

$$N(C_2H_5)_3 + C_2H_5I = N(C_2H_5)_4I$$

سہ سالمی تعامل نسبتاً کم یاب ہیں ۔ جن تعاملات کی بخوبی تحقیق ہوئی ہے اُن میں سے بعض حسبِ ذیل ہیں :-

سٹینس کلورائیڈ (Stannous chloride) کے ذریعہ سے فیرک کلورائیڈ (Ferric chloride) کی تحویل، یعنی

$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4,$$

اور کسی فارمیٹ (Formate) کے ذریعہ سے، مساواتِ ذیل کے مطابق ہلکے محلول میں کسی نقرئی نمک کی تحویل :-

$$2AgC_2H_3O_2 + NaCO_2H = 2Ag + CO_2 + HC_2H_3O_2 + NaC_2H_3O_2$$

ایسے تعاملوں کی شرح کے لئے ذیل کا جملہ عائد ہوتا ہے : -

$$\frac{فر لا}{فر و} = مر \,(ا - لا)^3$$

جس میں ا ہر ایک تعاملی شئے کی ابتدائی عامل کمیت ہے ۔ تکملہ کرنے سے اس کی شکل حسبِ ذیل ہو جاتی ہے :-

$$مر = \frac{1}{و} \times \frac{لا\,(2ا - لا)}{2ا^2\,(ا - لا)^2}$$

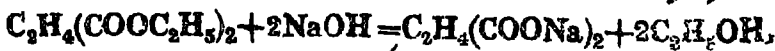
تجربی طور پر یہ امر ثابت ہو چکا ہے کہ مساوات کی بائیں جانب کا جملہ واقعی ایک مستقل مقدار ہے۔

ابھی تک بہت کم ایسے اعمال کی تحقیقات ہوئی ہے جن کی شرحِ استحالہ تین سے زیادہ سالمات کو ظاہر کرنے والی مساوات کے مطابق ہوتی ہے۔ بادی النظر میں یہ امر تعجب انگیز ہے کیونکہ ہماری عام کیمیائی مساواتوں کی رُو سے بعض مشہور تعامل ایسے ہیں جن میں تعاملی سالمات کی تعداد تین سے یقیناً زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن ایسا معلوم ہوتا ہے کہ پیچیدہ تعامل کئی مدارج میں وقوع پذیر ہوتے ہیں، یعنی پیچیدہ تعامل کئی ایک سادہ تعاملوں پر مشتمل ہوتے ہیں جو ایک دوسرے کے بعد وقوع پذیر ہوتے ہیں۔

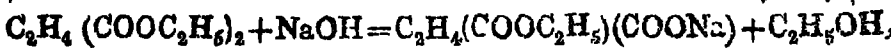
جب ہم کسی پیچیدہ عمل کی شرح تخمین کرتے ہیں تو ہم بالعموم تعاملوں کے ایک سلسلہ کی اوسط شرح دریافت کرتے ہیں جو یا تو ایک دوسرے کے متعاقب یا ہمزماں وقوع پذیر ہو رہے ہوتے ہیں۔ ان اعمال میں سے سب سے زیادہ سُست عمل کی شرح مجموعی شرح کی تخمین میں سب سے زیادہ موثر ہوتی ہے۔ اگر دیگر اعمال اس سُست ترین عمل کی بہ نسبت بہت زیادہ تیزی کے ساتھ واقع ہو رہے ہوں تو بھی ایسا معلوم ہوگا کہ کل عمل محض اسی عمل کی شرح پر صورت پذیر ہو رہا ہے اور اس کی نوعیت بھی اسی سُست ترین عمل کی سی ہوتی ہے۔

بناء بریں بسا اوقات ایسا ہوتا ہے کہ پیچیدہ اعمال اس طور سے واقع ہوتے معلوم ہوتے ہیں گویا کہ وہ بلحاظ نوعیت مجموعی عمل سے بہت سادہ تر ہیں۔

"کسی دو اساسی ترشہ کے ایسٹر (Ester) کی تصبینی تحویل، تعامل کے کئی مدارج میں ترقی پذیر ہونے کی ایک عمدہ مثال ہے۔ مثلاً کاوی سوڈا کے ذریعہ سے ڈائی ایتھل سکسینیٹ (Diethyl succinate) کی تصبینی تحویل مساواتِ ذیل

$$C_2H_4(COOC_2H_5)_2+2NaOH=C_2H_4(COONa)_2+2C_2H_5OH,$$

کے مطابق واقع ہونے کے بجائے ذیل کی مساواتوں کے مطابق وقوع پذیر ہوتی ہے:—

$$C_2H_4(COOC_2H_5)_2+NaOH=C_2H_4(COOC_2H_5)(COONa)+C_2H_5OH,$$

$$C_2H_4(COOC_2H_5)(COONa)+NaOH=C_2H_4(COONa)_2+C_2H_5OH.$$

آخری فرضیہ کے مطابق، گلڈ برگ اور واگے کے اصول سے مجموعی عمل کی رفتار کے لیے ایک ایسا جملہ حاصل ہوتا ہے جس میں منفرد اعمال کے دونوں رفتاری مستقل شامل ہوتے ہیں۔ اور تجربہ سے جو شرح دریافت ہوئی ہے وہ اس نظری استدلال کے موافق پائی گئی ہے۔ یہ امر کہ عمل درحقیقت دو مدارج میں واقع ہوتا ہے بآسانی ثابت کیا جا سکتا ہے۔ الکوہلی محلول میں ایتھل سکسینیٹ (Ethyl succinate) کو کاوی پوٹاش کی اُس مقدار کے نصف کے ساتھ ملاؤ جو کامل تصبینی تحول کے لیے درکار ہے۔ بجائے اس کے کہ نصف ایسٹر (Ester) کی کامل تصبینی تحول ہو اور نصف پر کچھ اثر نہ ہو، مناسب حالات کے تحت ابتدائی مقدار کے تین ربع پوٹاسیئم ایتھل نمک Potassium ethyl salt ($C_2H_4(COOEt)(COOK)$) میں مستحل ہو جاتے ہیں اور پہلی منزل کے اس حاصل کا آٹھواں حصہ ڈائی پوٹاسیئم نمک (Dipotassium salt) $C_2H_4(COOK)_2$ میں مستحل ہو جاتا ہے اور آٹھواں حصہ بدستور باقی رہتا ہے۔

پس ہم عام طور پر یہ تسلیم کرتے ہیں کہ ایسے اعمال جو نسبتًا پیچیدہ کیمیائی مساواتوں سے تعبیر کیے جاتے ہیں اور جو سالمات کی ایک بڑی تعداد کے تعامل پر مشتمل ہوتے ہیں، دراصل ایسے سادہ اعمال کا ایک سلسلہ ہوتے ہیں جن میں سے ہر ایک دو یا تین سے زیادہ سالمات کے تعامل پر مشتمل نہیں ہوتا۔

کسی معین عمل کی رفتار پر بالعموم تغیر تپش کا معتدبہ اثر پڑتا ہے۔ ترقیٔ تپش سے تعامل کی شرح تقریبًا ہمیشہ بہت بڑھ جاتی ہے، بسا اوقات معمولی تپش سے شروع ہو کر ۵ یا ۱۰ درجۂ تپش کی بلندی سے رفتار دوگنی ہو جاتی ہے۔ اس ... شرح تپش کی توجیہ قدرے مشکل ہے۔ سالمی حرکت کی شرح اور تپش کے ساتھ اس کے تغیر کے متعلق کسی معمولی نظریہ کے مطابق، یہ فرض کرنا ناممکن ہے کہ ۱۰° سے ۲۰° تک تپش کے بڑھ جانے سے سالمات کی رفتار اس قدر زیادہ تیز ہو جاتی ہے کہ اُن کی ٹکروں کی تعداد دوگنی بڑھ جاتی ہے۔ ظن غالب یہ ہے کہ کسی تپش پر سالمات کی مجموعی تعداد میں سے صرف ایک معیّن

قلیل تعداد عامل ہوتی ہے اور یہ تعداد ترقیٔ تپش کے ساتھ زیادہ ہو جاتی ہے۔ آرّھینیوس (Arrhenius) نے اس مفروضہ کے لحاظ سے رفتارِ تعامل پر تپش کے اثر کے لیے مندرجۂ ذیل ضابطہ مستنبط کیا:۔

$$\frac{\text{فر لوک مر}}{\text{فر ت}} = \frac{\text{ا}}{\text{م ت}^2}$$

یا

$$\text{لوک مر} = - \frac{\text{ا}}{\text{م ت}} + \text{ب}$$

جس میں مر رفتاری مستقل ہے، ت تپش مطلق ہے اور ا اور ب مستقل مقادیر ہیں۔ رفتاری مستقلوں کے لوکارتم اور تپش مطلق کے متکافی کے درمیان یہ جو خطی رشتہ اخذ کیا گیا ہے اس کی اکثر مرتبہ تجربۃً تصدیق ہوئی ہے۔ ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ مصرحۂ بالا مساواتیں شکل و وضع میں سابقہ باب میں (صفحہ ۱۰۰ طبیعی کیمیا حصہ دوم) تعادل پر تپش کے اثر کے متعلق دی ہوئی مساواتوں کے مماثل ہیں۔ اگر ہم ا کو عاملیت کی حرارت قرار دیں تو ان مساواتوں کی نسبت تصور کر سکتے ہیں کہ وہ عامل اور غیر عامل سالمات کے درمیانی تعادل پر تپش کا اثر ظاہر کرتی ہیں۔

تابکار اشیاء کی شرحِ تکسّر تپش کے بالکل غیر تابع ہے (باب ۳۳ ب)۔

واسطہ کی ماہیئت میں بہت خفیف تغیرات تعامل کی شرح پر معتدبہ اثر رکھتے ہیں مثلاً جس پانی میں امونیم سائنیانیٹ سے یوریا بن رہا ہو اس میں سے اگر پانی کی ۱۰ فی صدی مقدار نکال لی جائے اور اس کے عوض ایسیٹون (Acetone) ڈال کر جو تعامل میں کچھ حصہ نہیں لیتا ہے، محلول کے حجم کی قیمت پھر وہی کرلی جائے جو پہلے تھی، تو یوریا (Urea) کے بننے کی شرح تقریباً ۵۰ فی صد بڑھ جاتی ہے۔ دیگر حالات اگر وہی رہیں جو پہلے تھے لیکن اب ایتھل الکوہل ڈالا جائے تو امونیم سائنیانیٹ سے یوریا میں استحالہ کی شرح، خالص پانی کی بہ نسبت، ۳۰ گنی ہو جاتی ہے۔

ذیل کی فہرست میں دو سالمی تعامل

$$N(C_2H_5)_3 + C_2H_5I = N(C_2H_5)_4I$$

کے لیے مختلف محللوں میں، رفتار کی مشاہدہ کردہ شرحیں درج ہیں:-

محلل		۱۰۰۰اص
ہیکسین	(Hexane)	۰٫۱۸۰
ہیپٹین	(Heptane)	۰٫۲۳۵
زائیلین	(Xylene)	۲٫۸۷
بنزین	(Benzene)	۵٫۸۴
ایتھل ایسیٹیٹ	(Ethyl acetate)	۲۲٫۳
ایتھل ایتھر	(Ethyl ether)	۰٫۷۵۷
میتھل الکوہل	(Methyl alcohol)	۵۱٫۶
ایتھل الکوہل	(Ethyl alcohol)	۳۶٫۶
ایلل الکوہل	(Allyl alcohol)	۴۳٫۳
بنزل الکوہل	(Benzyl alcohol)	۱۳۳
ایسیٹون	(Acetone)	۶۰٫۸

اِس فہرست سے ایک عمل کی رفتار کی وسعت سعت کا بخوبی اظہار ہوتا ہے۔ یہ خیال کرنا بہت مشکل ہے کہ ہیکسین (Hexane) کی بہ نسبت بنزل الکوہل میں متعامل سالمات ایک دوسرے سے ۷۰۰ گنا زیادہ مرتبہ متصادم ہوتے ہیں۔ یا تو ہمیں یہ فرض کرنا چاہیے کہ مقدم الذکر کی بہ نسبت موخرالذکر محلل میں عامل سالمات کا تناسب بہت زیادہ ہے یا پہلے محلل کی بہ نسبت دوسرے محلل میں اتحادِ سالمات، متعامل سالمات کے زائد تناسب تصادم وقوع پذیر ہوتا ہے۔ یہ فرضیہ عملاً پہلے فرضیہ کے مماثل ہے۔

بسا اوقات یہ امر مشاہدہ کیا جاتا ہے کہ ایک معین تپش سے نیچے

کیمیائی عمل بظاہر بالکل وقوع پذیر نہیں ہوتا لیکن اس تپش سے بلند تپش پر عمل بخوبی واقع ہوتا ہے۔ مثلاً ہم گیسوں کے آمیزہ کے نقطۂ اشتعال کا ذکر کرتے ہیں جس سے بالعموم وہ ادنیٰ تپش مراد ہوتی ہے جہاں تک آمیزہ کے ایک جزو کو گرم کرنے سے کیمیائی عمل کل آمیزہ میں پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً ہم کہتے ہیں کہ ہوا اور کاربن بائی سلفائیڈ (Carbon bisulphide) کے سیرشدہ بخار کے آمیزہ کا نقطۂ اشتعال ۱۶۰° م ہے کیونکہ اگر شیشے کی ایک سلاخ اس تپش تک گرم کرکے آمیزہ کے کسی حصہ میں رکھی جائے تو کل آمیزہ مشتعل ہوجاتا ہے لیکن اگر ہم ایسے اعمال کا ناقص مطالعہ کریں تو ہم دیکھتے ہیں کہ بالعموم عمل نقطۂ اشتعال سے پست تر تپش پر وقوع پذیر ہوتا ہے لیکن معمولی حالات کے تحت یہ تعاملی اشیاء کی کل مقدار میں پھیل نہیں سکتا۔ اس امر کا تجربی ثبوت یہ ہے کہ "کل" آمیزہ کو نقطۂ اشتعال سے قدرے پست تر تپش تک گرم رکھا جائے اور تھوڑی دیر کے بعد دیکھا جائے کہ عمل کی اشاعت ہوتی ہے یا نہیں۔ ادنیٰ تپش پر عمل کے نہ پھیلنے کا سبب یہ ہے کہ اس حالت میں عمل بہت آہستگی سے ہوتا ہے۔ اس لیے جو حرارت کیمیائی تغیر سے پیدا ہوتی ہے وہ وقت کے اتنے زیادہ وقفہ پر پھیلی ہوتی ہے کہ آمیزہ کی تپش نقطۂ اشتعال سے نیچے رہتی ہے پس اگر بیرونی حرارت مہیا نہ کی جائے تو عمل زیادہ سست ہوتا جاتا اور آخر کار موقوف ہوجاتا ہے۔ نقطۂ اشتعال پر عمل کے واقع ہونے کی شرح ایسی ہوتی ہے کہ اخراج حرارت "کل" گیسی آمیزہ کی تپش نقطۂ اشتعال تک بلند رکھنے بلکہ اس سے بھی زیادہ بلند کرنے کے لیے کافی تیز ہوتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ عمل زیادہ زیادہ تیز رفتار سے پھیلتا جاتا ہے۔ پس ہم دیکھتے ہیں کہ نام نہاد نقطۂ اشتعال' اضافۂ تپش کے ساتھ کیمیائی عمل کی شرح میں جو تیز ترقی عام طور پر مشاہدہ ہوتی ہے اس پر منحصر ہوتا ہے اور کل آمیزہ کی ابتدائی تپش کے ساتھ متغیر ہوسکتا ہے۔

یہی حال بعض ٹھوس اشیاء کا ہے۔ اور اس کا معائنہ بھی زیادہ آسانی سے ہوسکتا ہے۔ مثلاً ٹھوس امونیم سائنیٹ (Ammonium cyanate) معمولی تپش پر مہینوں تک یوریا (Urea) میں ذیل کی مساوات

$$NH_4CNO = CO(NH_2)_2$$

کے مطابق مستحیل ہوئے بغیر رکھا جاسکتا ہے۔ ۶۰° م پر استحالہ کافی تیز ہوتا ہے

بشرطیکہ کسی بیرونی مبدائے حرارت کے ذریعہ سے تپش برقرار رکھی جائے لیکن اس تپش پر بھی اخراجِ حرارت اس قدر تیز نہیں ہوتا کہ عمل کی شرح لمحہ بہ لمحہ بڑھتی جائے - اگر بیرونی تپش ۸۰° م ہو تو عمل بہت تیزی سے واقع ہوتا ہے اور سرعتِ اخراجِ حرارت سے تپش اس قدر بلند ہو جاتی ہے کہ کل مقدار، کم و بیش فی الفور پگھلے ہوئے یوریا (Urea) میں، جس کا نقطۂ اماعت ۱۳۲° م ہے، مستحل ہو جاتی ہے -

اگر اخراجِ حرارت نسبتاً کم ہو، جیسا کہ امونیم سائنیٹ کی مثال میں ہوتا ہے، تو تپش کو معتدبہ وسیع ترقی دے کر اس ترقی کے ساتھ ساتھ تعامل کی بڑھتی ہوئی سرعت کا بھی مشاہدہ کیا جا سکتا ہے - برعکس اس کے اگر اخراجِ حرارت زیادہ ہو، جیسا کہ کل دھماکو اشیاء کی صورت میں ہوتا ہے تو عمل ایک دفعہ شروع ہونے کے بعد عموماً کل کمیت میں یک لخت پھیل جاتا ہے - کیونکہ تعاملی ذرات کے قرب میں تپش بہت تیزی سے بلند ہو جاتی ہے - آگ لگنے پر ٹھوس دھماکو اشیاء میں دھماکے کے پھیلنے کی شرح بہت بڑی ہوتی ہے اور بعض حالتوں میں یہ تقریباً ۴ میل فی ثانیہ تک بڑھ جاتی ہے - آکسیجن اور ہائیڈروجن کے آمیزے جیسے گیسی آمیزوں میں دھماکو موج کے پھیلنے کی شرح اس کی بہ نسبت قدرے کم ہوتی ہے - بالاوسط یہ ½ ۱ میل فی ثانیہ ہوتی ہے جو دھماکے کی تپش پر گیسی سالمات کی اوسط مستقیم رفتار کے تقریباً مساوی ہے (صفحہ ۱۲۲ - طبیعی کیمیا حصۂ اول)

وہ اشیاء بھی، جو معمولی تپش پر شدت سے تعامل کرتی ہیں، عام طور پر کھولتی ہوئی مائع ہوا کی تپش تک ٹھنڈی ہونے سے، اپنی کیمیائی عاملیت بالکل کھو بیٹھتی ہیں - اس کا سبب یہ قرار دینا چاہیے کہ تنزلِ تپش کے باعث کیمیائی عمل کی شرح کم ہو جاتی ہے - بالفاظِ دیگر رفتار اس قدر کم ہو جاتی ہے کہ کسی اوسط درجہ بڑی مدت میں عمل کا واقع ہونا محسوس نہیں ہوتا - غالب قیاس یہ ہے کہ عمل بالکل مسدود نہیں ہو جاتا ہے کیونکہ بعض حالتوں میں، عمل کی تدریجی کمی، تنزلِ تپش کے ساتھ انتہائی غیر محسوس کمی تک مشاہدہ کی جا سکتی ہے - مثلاً سوڈیئم اور الکوہل،

جو معمولی تپش پر اخراج ہائیڈروجن کے ساتھ خوب مستعدی سے تعامل کرتے ہیں، تنزلِ تپش کے ساتھ ساتھ کم عامل ہوتے جاتے ہیں حتیٰ کہ آخرِ کار ہائیڈروجن کی مقدار گھٹ کر اس قدر قلیل ہو جاتی ہے کہ مشاہدہ نہیں کی جا سکتی۔ اگر ہم اس امر پر غور کریں کہ ۵° نزولِ تپش سے تعاملی رفتار نصف رہ جاتی ہے تو ہم خیال کر سکتے ہیں کہ ۱۰۰° نزولِ تپش سے مسلسل متواتر تنصیف کے باعث تعاملی رفتار اپنی اصلی قیمت کا صرف دس لاکھواں حصہ رہ جائیگی۔ بنا، بریں بعض اوقات یہ امر سہولت بخش ہوتا ہے کہ کیمیائی غیر عاملیت کو مطلق عدمِ عاملیت فرض کرنے کی بجائے، اس توجیہ کے مطابق، حدِ انکشاف سے زیادہ سُست کیمیائی عمل خیال کیا جائے۔

اب ہم مختصراً طبیعی استحالہ اور کیمیائی استحالہ کے درمیان نقاطِ مشابہت سے بحث کرینگے۔ ٹھوس سے مائع اور مائع سے ٹھوس حالت کی تبدیلی کے واسطے، ہر ایک دباؤ کے لیے استحالہ کی ایک معین تپش ہوتی ہے (صفحہ ۸۰ حصۂ اول)۔ اس تپش سے اوپر ٹھوس مائع حالت میں اور اس سے نیچے، مائع ٹھوس حالت میں تبدل ہو جاتا ہے یہی حال ایک قلمی صنف سے دوسری قلمی صنف کے استحالہ کا ہے، جیسا کہ گندک کی دو اصناف کی مثال میں مذکور ہو چکا ہے۔ انقلابی تپش سے اوپر ایک صنف قیام پذیر ہوتی ہے اور انقلابی تپش سے نیچے دوسری صنف قیام پذیر ہوتی ہے۔ اگر کوئی مائع اپنی انقلابی تپش (نقطۂ انجماد) سے قدرے پست تپش تک ٹھنڈا کیا جائے اور زیادہ قائم قلمی ہیئت اس سے مس کی جائے تو یہ قلمی حالت اختیار کر لیتا ہے اور قلماؤ کی شرح، قلیل اختلافاتِ تپش کے لئے، درجۂ بیش سردی کے متناسب ہوتی ہے۔ جب بیش سردی ایک معین قیمت تک پہنچ جاتی ہے تو یہ شرح ایک اعظم قیمت پر جا کر ٹھیر جاتی ہے۔ اور اس کے متناظر تپش پر پہنچنے کے بعد قلماؤ کی شرح مزید تنزلِ تپش کے ساتھ تیزی سے کم ہوتی ہے (صفحہ ۸۳ طبیعی کیمیا حصۂ اول)۔ یہی حال قلمی اصناف کے مقلوب استحالہ کا ہے۔ شروع میں

انقلابی تپش سے نیچے، تنزلِ تپش کے مطابق شرحِ استحالہ بڑھتی ہے لیکن بعد ازاں تنزلِ تپش سے یہ شرح تیزی سے کم ہوتی ہے۔ اس میں کچھ شبہ نہیں ہو سکتا کہ اگر یک میلی گندک (Monoclinic Sulphur) صفر سے نیچے بہت زیادہ پست تپش تک ٹھنڈی کی جائے تو زیادہ قائم معین نما (Rhombic) ہیئت میں منقلب ہونے کی طرف اس کا رُجحان بہت کم ہوگا کیونکہ معمولی تپش پر بھی اس عمل کے لیے نسبتاً زیادہ وقفہ درکار ہوتا ہے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ اگر تپش سردی کافی زیادہ ہو تو ایک تپش سرد "شیشہ" کسی محسوس شرح کے قلماؤ کے بغیر عرصۂ دراز تک زیادہ قائم قلمی ہیئت کے شیشہ کے ساتھ تماس کی حالت میں رکھا جا سکتا ہے۔ لیکن اگر یہ "شیشہ" گرم کیا جائے تو استحالہ بڑھتی ہوئی سرعت کے ساتھ وقوع پذیر ہوتا ہے یہاں تک کہ تپش نقطۂ انقلاب سے صرف چند درجے کم رہ جاتی ہے۔ صاف ظاہر ہے کہ یہ واردات ٹھوس امونیم سیانیٹ سے یوریا کے کیمیائی استحالہ کے مشابہ ہیں۔ امونیم سیانیٹ کم قائم ہیئت ہے۔ گو یہ ۰° م پر ایک عرصۂ دراز تک محسوس استحالہ بغیر یوریا کے ساتھ مَس کرتا ہوا رکھا جا سکتا ہے۔ لیکن ترقیٔ تپش کے ساتھ استحالہ کی شرح بڑھتی جاتی ہے۔ اس حالت میں نقطۂ انقلاب معلوم نہیں ہے لیکن یہ لازماً ۸۰° م سے کافی بلند ہوگا۔ معکوس استحالہ یعنی یوریا سے امونیم سیانیٹ کے بننے کے متعلق تا حال صرف آبی محلول کی حد تک تحقیقات کی گئی ہے۔

جب سیانک (Cyanic) ترشہ کا بخار ۱۵۰° م سے نیچے بستہ ہوتا ہے (یعنی اس کا تکاثف ہوتا ہے) تو اس سے سیامیلائیڈ (Cyamelide) حاصل ہوتا ہے۔ جب یہ ۱۵۰° م سے اوپر بستہ ہوتا ہے تو اس سے سیان یورک (Cyanuric) ترشہ بنتا ہے کیمیائی عمل دونوں صورتوں میں ایک ہی ترکیب کے تضاعف کی مثال ہے کیونکہ "سیانک ترشہ" کا ضابطہ CNOH "سیان یورک ترشہ" کا ضابطہ $(CNOH)_3$ اور "سیامیلائیڈ" کا اس سے بھی زیادہ پیچیدہ ضابطہ ہے جو عام طور پر $(CNOH)_n$

لکھا جاتا ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ "سیان یورک ترشہ" کا نقطۂ انقلاب ۵۰ اُمر ہے۔ اس تپش سے نیچے قائم ہیئت "سیامیلائیڈ" ہے اور اس تپش سے اوپر "سیان یورک ترشہ" قائم ہیئت ہے۔ ۵۰ اُمر سے اوپر "سیامیلائیڈ" سے سیان یورک ترشہ کا بننا مشاہدہ کیا جا چکا ہے لیکن معکوس عمل، غالباً زیادہ سُست ہونے کے باعث، ابھی تک ملاحظہ نہیں کیا گیا۔ اگر ہم تینوں ہیئتوں کے لیے ایک دباؤ اور تپش کا رسمہ (Diagram) تیار کریں تو ہم اسے پانی کی تینوں طبیعی حالتوں کے رسمہ سے مشابہ پائینگے۔

سابقہ مثالوں سے یہ امر واضح ہوگا کہ کیمیائی اور طبیعی تغیروں پر تپش کے جو اثرات ہوتے ہیں اُن کے درمیان معتدبہ مماثلت ہوتی ہے بالخصوص جب کیمیائی تغیر انقلاب پذیر یا متعاکس ہوتا ہے۔ بسا اوقات مفید ہوگا کہ بظاہر غیر متعاکس کیمیائی تغیرات کو درحقیقت متعاکس خیال کریں مگر یہ بھی فرض کریں کہ ان کی انقلابی تپش اتنی بلند ہے کہ معکوس عمل کبھی ملاحظہ نہیں کیا گیا۔

یہ امر یاد رکھنے کے قابل ہے کہ مذکورہ بالا مثالوں میں ایسے دو نظام جو ایک دوسرے میں غیر حل پذیر ہوتے ہیں اور متکافی استحالہ کی قابلیت رکھتے ہیں، نقطۂ انقلاب کے سوا اور کسی تپش پر اکٹھے متعادل موجود نہیں رہ سکتے۔ نقطۂ انقلاب سے اوپر ایک نظام قائم ہوتا ہے۔ اس سے نیچے دوسرا نظام قائم ہوتا ہے اور معین نقطۂ انقلاب پر دونوں نظام مساوی طور پر قائم ہوتے ہیں یہ قاعدہ طبیعی اور کیمیائی دونوں قسم کے تغیرات کے لئے صحیح ہے۔ برعکس اس کے، اگر کیمیائی نظام ایک دوسرے میں حل ہو سکتے ہوں تو تعادل ہر ایک تپش پر، جہاں دونوں نظام ایک ہیئت بناتے ہوں، قائم ہو سکتا ہے، اس حالت میں ہر ایک نظام کا تناسب تپش کے ساتھ متغیر ہوتا ہے۔ تھائیویوریا (Thiourea) اور اموینیم تھائیوسیانیٹ (Ammonium thiocyanate) کا مذاب آمیزہ، دو متکافی استحالہ پذیر نظاموں کے ایسے ایک ہیئتی تعادل کی ایک مثال ہے۔ اگر ہم "تھائیویوریا" کو گلائیں تو اس کا ایک معین تناسب، قابل تخمین رفتار کے ساتھ، اَمونیم تھائیوسائینیٹ میں متبدل ہو جاتا ہے اور ہم توقع کر سکتے ہیں کہ

نظام کی تپش کے ساتھ ساتھ مستحل تناسب متغیر ہوگا۔ مثنائی استحالہ پذیر نظاموں کے ایک مثبتی تعادل کی ایک اور مثال گندھک یا ہم ترکیب اشیاء (صفحہ ۱۰۹۔ طبیعی کیمیا حصۂ اول) کے محلولات میں، یا اگر اشیاء مائع ہوں تو خود ان اشیاء میں پائی جاتی ہے اس صورت میں بھی واقعی استحالہ مشاہدہ کیا گیا اور اس کی شرح تخمین کی گئی ہے۔

حملان (Catalysis) ـــــ ہم نے ابھی دیکھا ہے کہ ایسٹروں یا گنّے کی شکر کی آب پاشیدگی ایسے عمل ہیں جو معمولی تپشوں پر بہت آہستہ وقوع پذیر ہوتے ہیں لیکن طاقت ور ترشوں کی موجودگی میں بہت سرعت سے واقع ہوتے ہیں۔ یہاں ترشہ کا دراصل فعل کیا ہوتا ہے اچھی طرح سمجھ میں نہیں آیا ہے (دیکھو صفحہ ۳۴۳ طبیعی کیمیا حصۂ دوم) لیکن کسی دیئے ہوئے ترشہ کی صورت میں آب پاشیدگی کی شرح تقریباً ترشہ کے ارتکاز کے متناسب ہے۔ اس مثال میں یہ کہا جاتا ہے کہ ترشہ کا اثر عمل پر حملانی ہے۔ اور وہ ترشہ خود ایک حملانی عامل یا مختصراً حملانی (Catalyst) کہلاتا ہے۔ عام طور پر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ متجانس نظاموں (گیسوں یا محلولوں) میں حملانی عامل کے صرف ایک خفیف سے ارتکاز کی ضرورت ہے تاکہ عمل میں نمایاں سرعت پیدا کی جائے۔ ختم عمل پر حملانی شئے میں کوئی تبدیلی نہیں پائی جاتی اور متجانس تعاملات میں نقطۂ تعادل پر اس حملانی شئے کے وجود کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ اگرچہ تعادل تک پہنچنے کی شرح خواہ وہ راست جانب سے ہو یا معکوس بہت تیز ہو جاتی ہے۔

حملانی عامل کے اس صریح اثر کی بالعموم اس طرح توجیہ کی جاتی ہے کہ ایک درمیانی تعامل واقع ہوتا ہے۔ اس درمیانی متعامل مرکب کے بننے اور تحلیل ہونے کی شرحیں بہت زیادہ ہوتی ہیں بہ نسبت اس شرح کے جس سے متعامل براہ راست حاصل میں تبدیل ہوتا ہے۔ مثلاً اگر تعامل کا اظہار بذریعہ مساوات

$$ا + ب = اب \qquad (1)$$

ہو تو ایک نئی شئے ج ایسی ہو سکتی ہے کہ اس کے اضافہ سے ایک درمیانی

متعامل مرکب ا ج بنتا اور تحلیل ہوتا ہے ؛ چنانچہ

ا + ج = ا ج (۲)

ا ج + ب = ا ب + ج (۳)

اگر تعاملات (۲) اور (۳) بہ نسبت (۱) کے بہت تیز ہوں تو ج بطور ایک مسرع کے کام کریگا اور اس کا تھوڑی مقدار ہی میں موجود ہونا کافی ہے۔ کیونکہ آخری عمل میں وہ اپنی اصلی حالت میں واپس ہو جاتا ہے۔ کسی حملانی عامل کی میکانیت فی الواقع کیا ہے یا یہ کہ اس درمیانی مرکب کی نوعیت یا فطرت کیا ہے ان کا علم صرف شاذ صورتوں میں ہوا ہے۔

غیر متجانس یا سطحی حملان عملی نقطۂ نظر سے بڑی اہمیت رکھتا ہے۔ مثلاً ایک ٹھوس حملانی عامل کی مدد کے بغیر نائیٹروجن اور ہائیڈروجن سے امونیا کی تجارتی تالیف ممکن نہ ہوتی اور نہ نباتی تیلوں (غیر سیر شدہ نامیاتی مرکبوں) کا سخت نا ممکن ہوتا اگر فلزی نکل کے حملانی اثر سے کام نہ لیا جاتا۔ اگر ہم کسی قلمی ٹھوس کی سطح پر غور کریں تو معلوم ہوگا کہ اس کی سطح کی تہ کے جواہر اس کے جسم کے اندر کے جواہر سے مختلف ہیں، اس لیئے کہ ان کی قوت کشش کو نچلی تہوں کے جواہر صرف جزوی طور پر تعدیل کرتے ہیں۔ اس کے برعکس اندرونی حصہ کے جواہر کی متناظر قوتیں بالکلیہ تلف ہو جاتی ہیں۔ اس لئے سطح پر کے جواہر کی ایک باقی ماندہ اِلف موجود ہوتی ہے جس کا رخ سطح کے باہر کی طرف ہوتا ہے اور وہ اُس گیس یا مائع کے جواہر یا سالمات پر عمل کرتی ہے جو کہ ٹھوس کی سطح کے ساتھ تماس رکھتی ہے۔ بدیں وجہ ہم ایسے فلزات یا دیگر ٹھوس اشیاء کی سطح پر، جو کسی گیسی شئے سے تماس رکھتے ہیں، اس گیس کی تہ پاتے ہیں۔ بعض اوقات یہ تہ صرف ایک سالمہ کے برابر موٹی ہوتی ہے ایسی تہ نہایت مضبوطی کے ساتھ جمی ہوتی ہے اور بذریعہ پمپ وغیرہ اس کا اخراج بہت مشکل ہوتا ہے۔ پس ٹھوس سطحوں پر گیسوں کی بستگی یا تکاثف ایک عام منظر ہے۔

اور دو گیسوں کا جب تعامل ہوتا ہے تو ایک ٹھوس سطح متعامل اشیاء کو ایک دوسری کے قریب نسبتاً بڑے ارتکاز میں لے جاکر اس تعامل کو ترقی دے سکتی ہے۔ وہاں ایک اور بھی اثر موجود ہے جو سطح پر متعامل گیسوں کے محض ارتکاز کی ترقی کے علاوہ ہے۔ جذب شدہ گیس ممکن ہے کہ ٹھوس شئے کے سطحی جواہر کے ساتھ کیمیائی طور پر متحد ہوکر اس میں عاملیت پیدا ہو جائے۔ اس طرح سے ایک درمیانی متعامل مرکب شامل کرلیا جاتا ہے قریب قریب ایسا ہی جیسا کہ مصرحہ بالا بیان میں متجانس نظاموں کے متعلق فرض کیا گیا تھا۔ موخرالذکر طریقۂ عمل کا واقع ہونا اس لئے اغلب سمجھا جاتا ہے کہ کسی معینہ تعامل پر صرف بعض مخصوص ٹھوس اشیاء نمایاں اثر رکھتی ہیں، بلاشبہ اس وجہ سے کہ ان میں اور متعامل گیسوں میں سے کم از کم ایک گیس میں ایک نوعی الفت ہوتا ہے۔ متجانس گیسی ہیئت میں کلورین اور ایتھیلین (Ethylene) کے مابین مشکل ہی سے کوئی عمل واقع ہوتا ہے۔ اور اگر اس برتن کی اندرونی سطح کو جس میں یہ گیسیں بند ہیں، پیرافینی موم سے لیپ دیا جائے تو عمل فی الحقیقت بہت ہی سُست ہوتا ہے۔ لیکن اگر نلی کو بجائے پیرافینی موم کے سٹیرک (Stearic) تُرشہ سے لیپا جائے تو عمل کی رفتار سابقہ رفتار کی ۱۲۰۰ گنا ہو جاتی ہے۔ بلاشبہ اس وجہ سے کہ اب ایک کیمیائی طرز کا عامل کاربا کسل (Carboxyl) گروہ موجود ہوتا ہے شیشہ پر سے یہ لیپ نکال دینے کے بعد بھی تعامل کی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہے جو سیٹرک (Stearic) تُرشہ پر تھی۔

یہ بتانے کے لئے معتدبہ مقدار میں شہادت موجود ہے کہ اکثر صورتوں میں سطح کے صرف چھوٹے رقبے یا ٹکڑے ہی عامل ہوتے ہیں۔ کنارے، کُھردراپن، اور "نقطے" ٹکڑے خصوصیت کے ساتھ موثر ثابت ہوتے ہیں۔

یہ دیکھا گیا ہے کہ آبی بخار کی قلیل مقادیر بھی، بہت سے کیمیائی اعمال کے وقوع یا کم از کم ان کی شرح پر بہت اہم اثر ڈالتی ہیں۔ مثلاً امونیا اور ہائیڈرو کلورک تُرشہ، جب کہ دونوں گیس کی شکل میں ہوتے ہیں، معمولی حالات کے تحت مستعدی سے ترکیب کھاکر امونیم کلورائیڈ بناتے ہیں۔ لیکن اگر

گیسیں خاص اہتمام سے مطلقاً خشک کرلی جائیں تو وہ کسی قسم کے اتحاد کے بغیر ملائی جاسکتی ہیں۔ برعکس اس کے جب امونیم کلورائیڈ مبخر کیا جاتا ہے تو یہ ایک بڑی حد تک امونیا اور ہائیڈرو کلورک ترشہ میں مفترق ہوجاتا ہے جیسا کہ بخاری کثافت کی تخمین سے جو کلیہ اووگیڈرو کی وساطت سے سالمی ضابطہ NH_4Cl سے حساب کردہ طبعی قیمت کے نصف کے برابر ہوتی ہے، بخوبی ظاہر ہوتا ہے لیکن اگر امونیم کلورائیڈ بالکل خشک ہو تو بخاری کثافت طبعی ہوتی ہے جس سے ثابت ہوتا ہے کہ اس حالت میں افتراق وقوع پذیر نہیں ہوتا۔ پس متعاکس عمل

$$NH_3+HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$$

اپنے مستقیم یا معکوس وقوع کے لیے بظاہر پانی کی نہایت قلیل مقادیر پر منحصر ہوتا ہے ابھی تک رطوبت کے عمل کے لیے کوئی تسلی بخش توجیہ پیش نہیں کی گئی۔ ابھی تک یہ امر صریح طور پر ثابت نہیں ہوسکا کہ آیا کیمیائی عمل آبی بخار کی عدم موجودگی سے قطعاً بند ہوجاتا ہے یا بہت ہی گھٹی ہوئی شرح پر جاری رہتا ہے۔ موخرالذکر صورت میں پانی کا عمل حمالی کہلائیگا۔

یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ اشیاء کو شدت کے ساتھ خشک کرنے سے نہ صرف ان کی کیمیائی عاملیت بلکہ ان کے طبیعی خواص بھی بدل جاتے ہیں بیکر (Baker) نے دریافت کیا کہ بنزین (Benzene) جو نو سال تک فاسفورس پنٹاآکسائیڈ (Phosphorus pentoxide) کے اوپر رکھ کر خشک کی گئی تھی اس کا نقطۂ جوش ۱۰۶° تھا۔ یعنی طبعی نقطۂ جوش سے ۲۶° بلند تھا۔ پارے اور ایتھل الکوہل (Ethyl alcohol) کو اسی طرح برتاؤ کرنے کے بعد ان کے نقطۂ جوش کا معائنہ کیا گیا تو معلوم ہوا وہ طبعی قیمتوں سے تقریباً ۶۰° بلند ہوگئے۔

طبعی نامیاتی مائعات کی صورت میں اس کے مشابہ تغیرات مشاہدہ ہوئے ہیں۔ مثلاً ایک ہی تمش پر شدت کے ساتھ خشک کیے ہوئے ہیکسین (Hexane) کا بخاری دباؤ تقریباً اسنتی میتر پست تر تھا۔ پس اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ طبعی مائعات میں بھی ایک سے زیادہ نوع کے سالمات موجود

ہو سکتے ہیں جو غالباً سنجوگی اور غیر سنجوگی ہوتے ہیں (ملاحظہ ہو صفحہ ۳۲۲۔ طبیعی کیمیا حصۂ اول) اور جو کہ معمولی مرطوب مائع میں باہمدیگر متعادل ہیں۔ شدت کے ساتھ ان کو خشک کرنے کے بعد اگر یہ تعادل ایک بار بگڑ جاتا ہے تو فرض کرو کہ تپش کی تبدیلی سے خشکی اس تعادل کو کرر قائم ہونے سے روکتی ہے اور اس لیے مائع کا برتاؤ ایسا ہوتا ہے گویا کہ وہ دو باہمدیگر اجنبی اشیار کا آمیزہ ہے جو کشید کے ذریعہ جزوی طور پر ایک دوسری سے علیحدہ بھی کی جا سکتی ہیں۔

مندرجۂ ذیل کتب و مضامین کا مطالعہ مفید ہوگا:۔

جے۔ ڈبلیو۔ میلر (J. W. Mellor) کی تصنیف "کیمیائی سکونیات و حرکیات" (Chemical Statics and Dynamics) مطبوعہ لندن سنہ ۱۹۰۴ء۔

ریڈیل اور ٹیلر (Rideal & Taylor) "عمل نظریہ اور عمل کے لحاظ سے" (Catalysis in Theory and Practice) (سنہ ۱۹۲۶ء)۔

سی۔ این۔ ہنشل ووڈ[1]۔ "گیسی نظاموں میں کیمیائی تغیر کی حرکیات"[2] سنہ ۱۹۲۶ء۔

ای۔ کے۔ ریڈیل۔ کیمیائے سطح (Surface Chemistry)۔

ایچ۔ بی۔ بیکر (H. B Baker) "خشک کرنے پر اشیاء کے خواص میں تغیر" (Jour. Chem. Soc.,) (۱۲۱) سنہ ۱۹۲۲ء صفحہ ۵۶۸۔

اے۔ سمائیٹس (A. Smits) "خشکی کا اثر اندرونی تعادلوں پر" ایضاً (۱۲۲) سنہ ۱۹۲۴ء صفحہ ۱۰۶۸۔ سنہ ۱۹۲۶ء صفحہ ۲۶۵۵ و ۲۶۵۷۔

نیز ایچ۔ بی۔ بیکر ایضاً سنہ ۱۹۲۷ء صفحہ ۹۴۹۔

---

[1] C. N. Hinshelwood

[2] The Kinetics of chemical change in gaseous systems

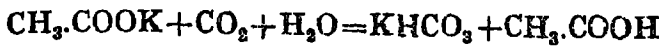
ترشوں اور اساسوں کی اضافی طاقتیں

عام طور پر گندک کا تیزاب (سلفیورک Sulpuric ترشہ) ایک طاقتور اور ایسیٹک (Acetic) ترشہ ایک کمزور ترشہ کہلاتا ہے۔ ایسا کہنا بجا بھی ہے۔ کیونکہ یہ بیان ان اشیاء کے عام کیمیائی سلوک پر مبنی ہے۔ ایسے دو ترشوں کا باہمدگر مقابلہ کرنے میں کوئی مشکل لاحق نہیں ہوتی کیونکہ یہ بلحاظ اپنے خواص کے اس قدر مختلف ہیں کہ ان کی اضافی طاقتوں کے متعلق، غلطی کا امکان بہت قلیل ہے۔ لیکن اگر ہم ایسے دو ترشوں مثلاً نمک کے تیزاب (ہائیڈروکلورک Hydrochloric ترشہ) اور شورے کے تیزاب (نائیٹرک Nitric ترشہ) کا جو ترشئی طاقت کے پیمانہ میں بہت قریب واقع ہیں، مقابلہ کریں تو محض ان کے عام کیمیائی سلوک کی بناء پر یہ کہنا ناممکن ہوتا ہے کہ کون زیادہ طاقتور ہے۔ اس لیے ہمیں طاقت کی بہتر تعریف اور زیادہ صحیح تجربات کی طرف رجوع کرنا پڑتا ہے۔

ایک طریقہ، جس کے مناسب استعمال سے، مفید اور موافق نتائج حاصل ہوتے ہیں، کسی ایک ترشہ کے نمکوں میں سے بذریعہ دوسرے

ترشے کے اس ترشہ کا ہٹاؤ ہے۔ اگر کسی ایسیٹیٹ (Acetate) کی ایک معین حل شدہ مقدار کے ساتھ سلفیورک ترشہ کا ایک معادل ملایا جائے تو محلول کے خواص کا تغیر، اس امر کے جتانے کے لیے کافی ہوتا ہے کہ سلفیورک ترشہ کی تقریباً کُل مقدار معدّل ہو چکی اور ایسیٹک ترشہ کی متناظر مقدار آزاد ہو چکی ہے۔ اس لئے ایسیٹک ترشہ کی بہ نسبت سلفیورک ترشہ کے زیادہ طاقتور ہونے میں کوئی شک و شبہ نہیں ہے کیونکہ یہ مقدم الذکر کو اس کے نمکوں میں سے ہٹا دیتا ہے۔ لیکن اس طریقہ کے استعمال میں احتیاط کی ضرورت ہے ورنہ اس سے متضاد اور غیر موافق نتائج مترتب ہوتے ہیں۔ مثلاً اگر سوڈیئم سلیکیٹ (Sodium Silicate) کے آبی محلول میں ہائیڈروکلورک ترشہ ڈالا جائے تو سوڈیئم کلورائیڈ (Sodium chloride) حاصل ہوگا اور سلیسک (Silicic) ترشہ آزاد ہو جائیگا، حالانکہ اعلیٰ تپش پر سلیسک انہائیڈرائیڈ (Silicic anhydride) میں یہ قابلیت ہوتی ہے کہ آبی بخار کی موجودگی میں سوڈیئم کلورائیڈ (Sodium Chloride) کو تحلیل کر کے ہائیڈروکلورک ترشہ آزاد کرے۔ اگر محض ہٹاؤ کا اصول پیش نظر ہو تو تجربۂ اول سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ ہائیڈروکلورک ترشہ سلیسک ترشہ کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ہے اور تجربۂ دوم سے اس کے برعکس یہ ثابت ہوتا ہے کہ سلیسک ترشہ ہائیڈروکلورک ترشہ کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ہے۔ اس طرح پر اگر ایسیٹک (Acetic) ترشہ کے آبی محلول میں سوڈیئم کاربونیٹ (Sodium carbonate) ملایا جائے تو کاربانک ایسڈ گیس فی الفور خارج ہوتی ہے۔ حالانکہ تقریباً "مطلق الکوہل" میں پوٹاسیئم ایسیٹیٹ (Potassium acetate) کا محلول، کاربانک ترشہ کے ذریعہ سے ایک بڑی حد تک کاربونیٹ (Carbonate) کی ترسیب کے ساتھ، تحلیل ہو جاتا ہے۔ ان تجربات کی بنا پر یہ کہنا ناممکن ہے کہ ایسیٹک ترشہ اور کاربانک ترشہ میں سے کونسا ترشہ زیادہ طاقتور ہے کیونکہ حالات تجربہ کے مطابق، عمل متضاد سمتوں میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔ لیکن

اس کے باوجود، علمائے کیمیا متیقن ہیں کہ سلیسک تُرشہ کی بہ نسبت ہائیڈروکلورک تُرشہ اور کاربانک تُرشہ کی بہ نسبت ایسیٹک تُرشہ، بہت زیادہ طاقتور ہے۔ اس لئے ہمیں ان تجربوں کا، جن سے بظاہر متضاد نتائج حاصل ہوتے ہیں، زیادہ احتیاط کے ساتھ مطالعہ کرنا چاہیے۔ پہلا امر قابل غور یہ ہے کہ ان تجربوں میں ہمیں متوازن اعمال سے، یعنی ایسے اعمال سے جو حالات کے مطابق کسی سمت میں وقوع پذیر ہو سکتے ہیں، واسطہ پڑتا ہے۔ اگرچہ کاربانک تُرشہ بہت کمزور تُرشہ ہے تاہم یہ ایسیٹک تُرشہ کی ایک قلیل مقدار کو، اس کے نمکوں میں سے ہمیشہ ہٹا سکتا ہے۔ اگر جملہ اشیاء، احاطۂ تعامل کے اندر موجود رہیں تو یہ ہٹاؤ چنداں ترقی نہیں کرسکتا۔ کیونکہ معکوس تعامل شروع ہو جاتا ہے اور بہت جلد تعادل کی صورت پیدا ہو جاتی ہے۔ اگر تعاملی حاصل نظام کے اندر موجود رہ کر جمع ہوتے جائیں تو ذیل کی مساوات

$$CH_3.COOK+CO_2+H_2O=KHCO_3+CH_3.COOH$$

کے مطابق واقع ہونے والا عمل بہت جلد مسدود ہو جائیگا۔ لیکن اگر تعاملی حاصلوں میں سے ایک مثلاً پوٹاسیئم ہائیڈروجن کاربونیٹ (Potassium hydrogen carbonate) کلی طور پر یا تقریباً غیر حل پذیر ہو تو خواہ اس کی کتنی ہی زیادہ مقدار پیدا ہوتی جائے اس کی عاملی کمیت ایک معین قلیل مقدار سے زیادہ نہیں بڑھ سکتی کیونکہ جونہی یہ بنتا ہے، یہ محلول سے یعنی احاطۂ تعامل سے علیحدہ ہو جاتا ہے۔ بنا بریں، اگرچہ آبی محلول میں، جہاں جملہ اشیاء حل رہتی ہیں، کاربانک تُرشہ، ایسیٹک تُرشہ کی صرف ایک قلیل مقدار کے ہٹانے میں کامیاب ہوتا ہے، یہ الکوہلی محلول میں ہائیڈروکاربونیٹ (Hydrocarbonate) کی غیر حل پذیری کے باعث، ایک بہت زیادہ مقدار کو ہٹا سکتا ہے۔

اسی طور پر، کسی کلورائیڈ کے اور، سلیکا (Silica) کے عمل میں، تعاملی حاصلوں میں سے ایک، ہائیڈروکلورک تُرشہ، بنتے کے ساتھ ہی احاطۂ عمل

سے علیحدہ ہو جاتا ہے، کیونکہ بہ تجربہ کی اعلیٰ تپش پر بخار بن کر اڑ جاتا ہے۔ برعکس اس کے محلول میں، سلیسک ترشہ، ہائیڈروکلورک ترشہ کی ایک بہت ہی قلیل مقدار کو ہٹا سکتا ہے کیونکہ متعاکس عمل فوراً شروع ہو جاتا ہے لیکن اعلیٰ تپش پر معکوس عمل سرے سے ممکن ہی نہیں ہوتا کیونکہ تعاملی اشیاء میں سے ایک، بخرد بننے کے، احاطۂ عمل سے باہر نکل جاتی ہے۔

اسی طرح، پانی میں غیر حل پذیر سلفائیڈز (Sulphides) کے ساتھ تجربات کرنے سے ہائیڈروکلورک (Hydrochloric) ترشہ اور ہائیڈروسلفیورک (Hydro-sulphuric) ترشہ کی اضافی طاقتوں کا اندازہ نہیں لگایا جا سکتا۔ کاپر سلفائیڈ (Copper sulphide) سے، سلفرٹیڈ ہائیڈروجن (Sulphuretted hydrogen) ہائیڈروکلورک ترشہ کو فوراً خارج کر دیتی ہے، خواہ محلول میں ہائیڈروکلورک ترشہ کی بیشی موجود ہو۔ اس کے باوجود، سلفرٹیڈ ہائیڈروجن (Sulphuretted hydrogen) ہائیڈروکلورک ترشہ کے مقابلہ میں بہت کمزور ترشہ ہے۔ ہٹاؤ کا سبب کاپر سلفائیڈ (Copper Sulphide) کی غیر حل پذیری ہے، جو اس وجہ سے بخرد پیدا ہونے کے، احاطۂ عمل سے علیحدہ ہو جاتا ہے۔ ایسے تجربات کا فیصلہ کن نہ ہونا، انہی ترشوں کو کسی اور اساس کے ساتھ لے کر، بآسانی ثابت کر سکتے ہیں۔ اگر فیرس کلورائیڈ (Ferrous chloride) کے محلول میں، اتنی سلفرٹیڈ ہائیڈروجن گزاری جائے کہ محلول اس سے سیر ہو جائے تو بھی فیرس سلفائیڈ (Ferrous Sulphide) کا ایک نہایت ہی قلیل رسوب حاصل ہوگا۔ اور اگر شروع ہی سے محلول میں تھوڑا سا ہائیڈروکلورک ترشہ ملا دیا جائے تو قطعاً کوئی رسوب حاصل نہ ہوگا۔ پس یہاں ایک دوسرے کے مقابلہ میں انہی دو ترشوں کا سلوک، اساس کے اختلاف کے باعث مذکورۂ بالا سلوک سے بالکل مختلف ہے۔

مندرجۂ بالا مثالوں میں، بالکل مختلف ماہیت والے ترشے اس لیے منتخب کیے گئے ہیں کہ اس استدلال کا مغالطہ، جو مذکورۂ بالا تجربات پر مبنی ہے،

واضح طور پر عیاں ہو جائے۔ لیکن اس قسم کا غلط استدلال مروج ہے اور بالخصوص
ان تجربوں کی نسبت، جہاں ترشوں کی اضافی طاقتوں کے متعلق ان کے
عام کیمیائی سلوک سے کوئی جواب نہیں ملتا ہے، جب بحث کی جاتی ہے تو
اس غلط استدلال پر پردہ پڑ جاتا ہے۔ مثلاً چونکہ سلفیورک ترشہ ہائیڈروکلورک
ترشہ کو موخرالذکر کے نمکوں میں سے ہٹا دیتا ہے، اس لیے طلبا کے پاس یہ ایک
امر ہے کہ مقدم الذکر ترشہ، موخرالذکر کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ہے۔ اگر کسی
کلورائیڈ (Chloride) اور سلفیورک ترشہ کو مبخّر کر کے خشک کیا جائے تو
بے شبہ امر واقعہ یہی ہے۔ لیکن اس کا اصلی سبب یہ ہے کہ ہائیڈروکلورک ترشہ
بحیثیت بخارکہ خارج ہو جاتا ہے اور اس لیے معکوس عمل میں حصہ نہیں لے سکتا۔
پس ہائیڈروکلورک ترشہ کے خارج ہونے کا سبب یہ نہیں ہے کہ یہ سلفیورک
ترشہ کی بہ نسبت کم طاقتور ہے بلکہ اصلی سبب یہ ہے کہ یہ زیادہ طیران پذیر
ہے۔

یہ مثالیں اس اصول کی تصدیق کے لیے کافی ہیں کہ اپنے نمکوں میں
سے، بذریعہ دوسرے ترشہ کے کسی ایک ترشہ کا ہٹاؤ اس امر کو ثابت نہیں
کرسکتا کہ مقدم الذکر ترشہ، موخرالذکر ترشہ کی بہ نسبت لازماً زیادہ طاقتور ہے تاوقتیکہ
حالات تجربہ، دونوں ترشوں کے لیے یکساں طور پر مساعدنہ ہوں۔ جب جملہ
تعاملی اشیاء صرف ایک ہیئت یعنی محلول پر مشتمل ہوتی ہیں تو مناسب حالات حاصل
ہوتے ہیں۔ جونہی کہ تعاملی نظاموں کے اجزاء میں سے ایک جزو بحیثیت گیس
یا ایک غیر حل پذیر ٹھوس یا مائع کی حیثیت سے علٰحدہ ہو جاتا ہے، تو اس نظام
کے ساتھ، جس کے اجزاء میں یہ جزو موجود نہیں ہوتا، دوسرے نظام کے مقابلہ
میں غیر واجب طرفداری یا رعایت متصور ہوتی ہے۔

ہائیڈروکلورک اور سلفیورک ترشوں کی طاقتوں کے مقابلہ کے لیے بہترین
طریق عمل یہ ہے کہ کوئی مناسب حل پذیر سلفیٹ (Sulphate) لے کر،
اس میں ہائیڈروکلورک ترشہ کا ایک معادل ملایا جائے۔ اساس کے انتخاب
میں، اس امر کا لحاظ واجب ہے کہ حاصل شدہ کلورائیڈ (Chloride)

بھی حل پذیر ہو۔ چونکہ تمام ایسے نمک جن میں پوٹاش یا سوڈا بطور اساس موجود ہوتا ہے، حل پذیر ہوتے ہیں اس لیے بالعموم پوٹاسیئم یا سوڈیئم کا کوئی نمک منتخب کرکے اس کے آبی محلول میں دوسرے ترشہ کا اضافہ کیا جاتا ہے۔ اس طور پر ہائیڈروکلورک ترشہ اور سوڈیئم سلفیٹ کے معادل محلولات ملا دیے جاتے ہیں اور حاصل محلول کی ترکیب تخمین کی جاتی ہے۔ تاکہ یہ معلوم ہو سکے کہ دونوں ترشوں کے درمیان، اساس کس تناسب سے منقسم ہوتی ہے۔ یہ امر فرض کیا جاتا ہے کہ اساس کا بیشتر حصہ، زیادہ طاقتور ترشہ کی طرف چلا جاتا ہے۔ بالعموم محلول کی ترکیب کی تخمین کے لیے کسی طبیعی طریقہ کی ضرورت ہوتی ہے کیونکہ کیمیائی طریقہ کے استعمال سے تعادل بگڑ جاتا ہے۔ تعادل سے فی الحقیقت بحث کیے جانے کا ثبوت یہ ہے کہ اساس ابتداءً خواہ سلفیورک ترشہ سے یا ہائیڈروکلورک ترشہ سے متحد ہو، حاصل محلول کے خواص ہر ایک لحاظ سے یکساں ہوتے ہیں جیساکہ ذیل میں ایک عددی مثال سے واضح کیا گیا ہے۔ دو طبیعی طریقے، جو عام طور پر استعمال کیے جاتے ہیں، ٹامسن (Thomsen) کا حرکیمیائی طریقہ اور اوسٹوالڈ کا حجمی طریقہ ہیں۔

جب اوسط ہلکے (تقریباً نصف معادل طبعی) محلول میں سلفیورک ترشہ کا ایک گرام سالمہ، مشابہ ترقیق کے کاوی سوڈے (Caustic Soda) کی معادل مقدار سے معدّل کیا جاتا ہے تو ۳۱۳۸۰ حراروں کی پیدائش مشاہدہ کی جاتی ہے۔ اگر سوڈے کی یہی مقدار، ہائیڈروکلورک ترشہ سے معدّل کی جائے تو اخراجِ حرارت ۲۷۴۸۰ حرارے ہوتا ہے۔ اب اگر سوڈیئم سلفیٹ کے محلول میں ہائیڈروکلورک ترشہ کے اضافہ سے کیمیائی کوئی نتیجہ پیدا نہ ہو تو کسی حرارتی نتیجہ کی توقع بھی نہیں کی جا سکتی۔ برعکس اس کے اگر سلفیورک ترشہ کی کل مقدار، سوڈے سے علیحدہ ہو جائے تو ۳۱۳۸۰ - ۲۷۴۸۰ حرارے = ۳۹۰۰ حرارے جذب ہونے کی توقع کی جا سکتی ہے۔ ٹامسن کے مشاہدہ میں فی گرام سالمہ ۳۴۶۰ حرارے جذب ہوئے۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ اساس کی بیشتر مقدار، ہائیڈروکلورک ترشہ سے متحد ہو جاتی ہے۔ اور سلفیورک ترشہ کی ایک معادل مقدار، سوڈے کے اتحاد سے

آزاد ہو جاتی ہے۔ اگر یہ فرض کیا جائے کہ انجذابِ حرارت، کیمیائی عمل کی مقدار کے براہِ راست متناسب ہوتا ہے تو اس سلفیٹ کا تناسب، جو کلورائیڈ میں مستحیل ہوتا ہے، ۳۳۶۰ ÷ ۲۹۰۰ = ۰٫۸۲ ہوگا۔ لیکن یہ تناسب صحیح نہیں ہے کیونکہ باقی ماندہ طبعی سوڈیئم سلفیٹ کے ساتھ، آزاد شدہ سلفیورک ترشہ کے تعامل سے، سوڈیئم ہائیڈروجن سلفیٹ (Sodium hydrogen sulphate) بنتا ہے اور اس عمل کے دَوران میں حرارت جذب ہوتی ہے، بناءبریں مشاہدہ کردہ مجموعی انجذابِ حرارت، صحیح مقدار سے زیادہ ہوتا ہے۔ خصوصی تجربات سے معلوم ہُوا ہے کہ اس عمل کے لیے تصحیح کی مقدار ۷۶۰ حرارے ہے۔ بناءبریں ہائیڈروکلورک ترشہ سے سلفیورک ترشہ کے ہٹاؤ سے انجذابِ حرارت ۳۳۶۰ - ۷۶۰ حرارے = ۲۶۰۰ حرارے ہوتا ہے۔ پس آزاد شدہ سلفیورک ترشہ کا تناسب ۲۶۰۰ ÷ ۳۹۰۰ = $\frac{۲}{۳}$ یعنی دو ثُلث ہے۔ پس جب سلفیورک اور ہائیڈروکلورک ترشوں کی معادل مقادیر اساس کی اُس مقدار کے لیے جو ان میں سے صرف ایک کی تعدیل کے لیے کافی ہوتی ہے، باہم مقابلہ کرتی ہیں تو ہائیڈروکلورک ترشہ اساس کے دو ثُلث اور سلفیورک ترشہ اساس کے ایک ثُلث کے ساتھ متحد ہو جاتا ہے۔ معکوس تجربہ سے یعنی سوڈیئم کلورائیڈ کے محلول میں سلفیورک ترشہ کے اضافہ سے بھی یہی امر ثابت ہوتا ہے کہ جہاں تک حرارتی اثر سے اندازہ لگایا جا سکتا ہے، دونوں ترشوں کے درمیان اساس کی انتہائی تقسیم اِسی انداز سے ہوتی ہے۔ چونکہ ہائیڈروکلورک ترشہ، ہمیشہ اساس کے بیشتر حصہ سے متحد ہوتا ہے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ کم از کم آبی محلول میں، سلفیورک ترشہ کی بہ نسبت ہائیڈروکلورک ترشہ زیادہ طاقتور ہوتا ہے۔

اس طریقِ عمل سے، ٹامسن نے مختلف ترشوں کی **طمّاعیت** (Avidity) کی ایک جدول مرتب کی، جس کی وساطت سے یہ بتانا ممکن ہے کہ کوئی اساس، دو ترشوں کے درمیان کس تناسب سے منقسم ہوگی بشرطیکہ تینوں اشیاء معادل مقادیر میں موجود ہوں۔ بعض عام ترشوں کی طمّاعیت ذیل کی فہرست میں درج ہے :۔

ترشہ		طمّاعیت
نائیٹرک	(Nitric)	۱۰۰
ہائیڈروکلورک	(Hydrochloric)	۱۰۰
سلفیورک	(Sulphuric)	۴۹
آگزیلک	(Oxalic)	۲۴
آرتھوفاسفورک	(Orthophosphoric)	۱۳
مانوکلورایسیٹک	(Monochlor acetic)	۹
ٹارٹیرک	(Tartaric)	۵
ایسیٹک	(Acetic)	۳

اس فہرست کے ذریعہ سے، انقسام کی نسبت یوں معلوم کی جاتی ہے:۔ فرض کرو کہ ترشے سلفیورک اور مانوکلور ایسیٹک ہیں جن کی طمّاعیت علی الترتیب ۴۹ اور ۹ ہے۔ اگر اساس اور یہ ترشے معادل مقادیر میں موجود ہوں تو اساس، ترشوں کے درمیان، ان کی طمّاعیت کی نسبت کے مطابق منقسم ہوجائیگی یعنی سلفیورک ترشہ، اساس کے $\frac{۴۹}{۵۸}$ حصہ سے اور مانوکلور ایسیٹک $\frac{۹}{۵۸}$ حصہ سے متحد ہوگا۔

اوسٹوالڈ کا حجمی طریقہ بھی مشابہ اصولوں پر مبنی ہے۔ اس میں حرارتی تغیرات کے بجائے وہ حجمی تغیرات، جو کیمیائی اعمال کے ساتھ وقوع پذیر ہوتے ہیں، پیمائش کئے جاتے ہیں۔ اوسٹوالڈ نے مختلف اشیاء کو ایسی طاقت کے آبی محلولات میں استعمال کیا تھا کہ محلول کے ایک کلوگرام میں ترشہ، نمک، یا اساس کا ایک گرام معادل موجود ہوتا تھا۔ ان محلولات کے نوعی حجموں کی تخمین باحتیاط کرلی گئی تھی تاکہ کیمیائی عمل سے پیدا ہونے والا تغیر حجم دریافت ہوسکے۔ مثلاً پوٹاسیئم ہائیڈرآکسائیڈ (Potassium hydroxide) کے ایک کلوگرام محلول کا حجم ۹۵۰۶۶۸ء مکعب سمر اور شورے کے تیزاب کے ایک کلوگرام محلول کا حجم ۹۶۶۶۲۳ء مکعب سمر ہوتا ہے۔ اگر ان محلولات کی آمیزش سے حجم میں کوئی تغیر وقوع پذیر نہ ہو تو مجموعی حجم ۱۹۱۷۲۹۱ء مکعب سمر ہونا چاہیے۔

لیکن واقعی طور پر مجموعی حجم ۱۹۴۷٫۳۳۸ مکعب سمر ہوتا ہے۔ پس ترشہ اور اساس کی تعدیل کے ساتھ ۲۰٫۴۷ مکعب سمر پھیلاؤ وقوع پذیر ہوتا ہے۔ اسی طرح دیگر کیمیائی تعاملات کے ساتھ بھی حجمی تغیرات واقع ہوتے ہیں اور کسی مخصوص تعامل کی ترقی کا اندازہ حجمی تغیر کے توسط سے لگایا جا سکتا ہے۔ کاپر نائیٹریٹ (Copper Nitrate) کے ایک محلول کا حجم ۳۸۴۷٫۴ مکعب سمر اور کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate یعنی نیلا تھوتھا) کے معادل محلول کا حجم ۳۸۴۰٫۳ مکعب سمر تھا۔ نائیٹرک اور سلفیورک ترشوں کے محلولات کے حجم علی الترتیب ۱۹۳۳٫۲ اور ۱۹۳۶٫۸ مکعب سمر تھے۔ اگر نیلا تھوتھا اور نائیٹرک ترشہ کے محلولات کی آمیزش سے کوئی عمل وقوع پذیر نہ ہو تو مجموعی حجم ۳۸۴۰٫۳ + ۱۹۳۳٫۲ = ۵۷۷۳٫۵ مکعب سمر ہونا چاہیئے اور اگر کاپر نائیٹریٹ اور سلفیورک ترشہ میں مکمل استحالہ ہو جائے تو مجموعی حجم ۳۸۴۷٫۴ + ۱۹۳۶٫۸ = ۵۷۸۴٫۲ مکعب سمر ہونا چاہیئے۔ واقعی حجم، کاپر نائیٹریٹ اور سلفیورک ترشہ کے محلولات کی آمیزش سے ۵۷۸۰٫۸ مکعب سمر اور نیلا تھوتھا اور نائیٹرک ترشہ کے محلولات کی آمیزش سے ۵۷۸۱٫۳ مکعب سمر ہوا تھا۔ یہ دونوں قیمتیں تقریباً مساوی ہیں، اس لئے ہم اوسط قیمت ۵۷۸۱٫۰ انتخاب کرتے ہیں جس سے ہمیں ذیل کے اعداد حاصل ہوتے ہیں :—

(حجم مکعب سمروں میں)

کل نیلا تھوتھا	واقعی	کچھ بھی نیلا تھوتھا نہیں
۵۷۷۳٫۵	۵۷۸۱٫۰	۵۷۸۴٫۲
فرق	۷٫۵	۳٫۲

صاف ظاہر ہے کہ واقعی تعادل، اُس نظام کی بہ نسبت جس میں تانبے کی کل مقدار بطور سلفیٹ موجود ہے، اُس نظام سے جس میں تانبا بحیثیت سلفیٹ بالکل موجود نہیں ہے، زیادہ قریب ہے۔ پس اگر ہم راست تناسب فرض کریں تو اساس، ترشوں کے درمیان ۷٫۵ اور ۳٫۲ کی نسبت میں منقسم ہوتی

ہے یعنی نائیٹرک ترشہ ۷۰ فیصدی اساس کو لے لیتا ہے۔ اور سلفیورک ترشہ کے لیے صرف ۳۰ فی صدی چھوڑ دیتا ہے۔ یہ نتیجہ بالکل صحیح نہیں ہے کیونکہ تعدیلی نمکوں پران کے ترشوں کے عمل سے خفیف حجمی تغیرات وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ اس تصحیح کے بعد نتیجہ یہ نکلتا ہے کہ اساس کا ۶۰ فیصدی حصہ نائیٹرک ترشہ کے ساتھ اور ۴۰ فیصدی حصہ سلفیورک ترشہ کے ساتھ متحد ہوتا ہے۔

حجمی طریقہ کے استعمال سے بھی، مختلف ترشوں کے لیے ایک جدول طماعیت مرتب کی جا سکتی ہے جس کا دامسن کے حرکیمیائی طریقہ کی جدول سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ دونوں طریقوں کے نتائج باہم موافقت رکھتے ہیں۔ ترشوں کی اضافی ترتیب ہر دو جدولوں کے مطابق یکساں ہے لیکن اکثر حالتوں میں، طماعیت کی واقعی قیمتیں مختلف ہیں۔ اس بارے میں یہ امر یاد رکھنے کے قابل ہے کہ حرکیمیائی طریقہ بہ حیثیت مجموعی حجمی طریقہ کی بہ نسبت کم صحیح ہے، بناء بریں مقدم الذکر طریقہ پر مبنی اعداد بھی کم قابل اعتماد ہیں۔

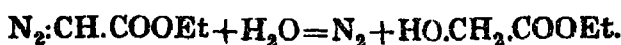
بعض خاص حالتوں میں، دو ترشوں کے درمیان کسی اساس کی تقسیم، مذکورۂ بالا خواص کے علاوہ دیگر طبیعی خواص کے استعمال سے، دریافت کی جا سکتی ہے۔ مثلاً محلولات کے انعطاف نما کی پیمائش سے بسا اوقات تسلی بخش نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ اس طرح اگر اشیاء مناظری عامل ہیں تو ان کی تحویلی طاقت کی پیمائش مفید ثابت ہوتی ہے۔ یہ اصول بھی وہی ہے جو اوپر مذکور ہو چکا ہے، اختلاف صرف جزئیات میں ہے۔

ترشوں کی اضافی طاقت کی تخمین کا ایک طریقہ، جو بلحاظ اصول، مذکورۂ بالا طریقوں سے مختلف ہے، کسی مخصوص کیمیائی عمل پر مختلف ترشوں کے مسرع اثر کی تخمین ہے۔ مثلاً یہ امر ایک عرصہ سے معلوم ہے کہ گنے کی شکر (Sugar cane) کے معاکسہ کی شرح ایک مسلمہ طور پر کمزور ترشہ مثلاً ایسیٹک ترشہ کی موجودگی میں بہت کم ہوتی ہے، اور ایک مسلمہ طور پر طاقتور ترشہ مثلاً سلفیورک یا ہائیڈروکلورک ترشہ کی موجودگی میں اس کی بہ نسبت کہیں زیادہ ہوتی ہے۔ اس طور پر طاقتور معدنی ترشے کمزور نامیاتی ترشوں کی بہ نسبت زیادہ مسرع اثر ڈالتے ہیں۔ بناء بریں، یہ نتیجہ

اخذ کیا جا سکتا ہے کہ مختلف ترشوں کی مخصوص مسرع طاقتوں کی صحیح تخمین سے اُن کی اضافی طاقتوں کا اندازہ لگانا ممکن ہے۔ اس طریقہ کے اور اضافی ہٹاؤ والے سابقہ طریقہ کے درمیان بظاہر کوئی رابطہ نہیں ہے لیکن جیسا کہ آیندہ بیان کیا جائیگا، ایک رابطہ درحقیقت موجود ہے اور حاصل شدہ نتائج، بالعموم ایک دوسرے کے ساتھ اچھی مطابقت رکھتے ہیں۔

اوسٹوالڈ نے معاکسۂ شکر کا طریقہ اس طرح استعمال کیا تھا۔ مختلف ترشوں کے طبعی محلولات، ۲۵ فی صدی شکر کے محلول کے مساوی حجم کے ساتھ ملائے گئے تھے اور ایک تپش قیام (Thermostat) میں مستقل تپش (۲۵°م) پر رکھے گئے تھے۔ ہر ایک محلول کی سناظری تحویل وقتاً فوقتاً دریافت کی گئی اور ضابطۂ مندرجہ صفحہ ۱۹۱ طبیعی کیمیا، حصۂ دوم، کے مطابق ایک نتاری مستقل شمار کیا گیا تھا۔ ان مقادیر کی ترتیب سے، ترشوں کی مسرع طاقتوں کی پیمائش، اور غالباً ان کی اضافی طاقتوں کی پیمائش بھی ہو سکتی ہے۔

ایک اور عمل جو ترشوں کی مسرع طاقت کی تحقیقات کے لیے موزوں ہے میتھل ایسیٹیٹ (Methyl acetate) کی آب پاشیدگی ہے (صفحہ ۱۱۱ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔ اوسٹوالڈ نے طبعی ترشہ کے ۱۰ مکعب سمر میتھل ایسیٹیٹ کے ۱ مکعب سمر سے ملائے اور آمیزہ کو پانی ملا کر ۱۵ مکعب سمر کر لیا۔ یہ محلول ایک تپش قیام میں، ۲۶°م پر رکھا گیا تھا اور اس کی ترکیب مناسب وقفوں کے بعد دریافت کی گئی تھی۔ یک سالمی تعامل کے معمولی ضابطہ کی وساطت سے رفتاری مستقل کو محسوب کر کے مسرع طاقت کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے۔ ایک بہت ہی حساس تعامل جو اسی غرض کے لیے استعمال ہو سکتا ہے، ترشوں کے ذریعہ سے ڈائی ایزو ایسیٹک ایسٹر (Diazoacetic ester) کا تحلّل ہے۔ یہ ذیل کی مساوات سے تعبیر کیا جا سکتا ہے:—

$$N_2{:}CH.COOEt + H_2O = N_2 + HO.CH_2.COOEt.$$

یہ عمل، خالص پانی میں بمشکل وقوع پذیر ہوتا ہے۔ لیکن کمزور ترشوں کے نہایت ہی

ہلکے محلولات سے بھی، بہت تیز ہو جاتا ہے اور خارج شدہ نائیٹروجن کے حجم کی تخمین سے اس کی ترقی کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔
فہرستِ ذیل میں مختلف طریقوں سے حاصل شدہ نتائج کا مقابلہ کیا گیا ہے۔ سہولتِ مقابلہ کی خاطر، ہر حالت میں ہائیڈروکلورک ترشہ کے لیے قیمت ۱۰۰ ظاہر کی گئی ہے۔

نام ترشہ		طمّاعیت	رفتاری مستقل مقادیر: معاکسۂ شکر	رفتاری مستقل مقادیر: اسیٹیٹ کا حلان
ہائیڈروکلورک	(Hydrochloric)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
نائیٹرک	(Nitric)	۱۰۰	۱۰۰	۹۱٫۵
سلفیورک	(Sulphuric)	۴۹	۵۴	۵۴٫۷
آگزیلک	(Oxalic)	۲۴	۱۸٫۶	۱۷٫۴
آرتھوفاسفورک	(Orthophosphoric)	۱۳	۶٫۲	....
مانوکلورایسیٹک	(Monochloracetic)	۹	۴٫۸	۴٫۳
ٹارٹیرک	(Tartaric)	۵	...	۲٫۳
ایسیٹک	(Acetic)	۳	۰٫۴	۰٫۳۵

صاف ظاہر ہے کہ جملہ صورتوں میں ترشوں کی ترتیب یکساں ہے اور ترشوں کی مسرع طاقتوں کو ظاہر کرنے والے اعداد تمام صورتوں میں تقریباً مساوی ہیں حالانکہ مسرع اثر بالکل مختلف کیمیائی اعمال پر ڈالا گیا تھا۔ اعدادِ طمّاعیت، دیگر اعداد سے بہت مختلف ہیں لیکن نتائج کی عام مشابہت سے انکار نہیں کیا جاسکتا۔ بنا بریں ہم بجا طور پر ترشوں کی اضافی طاقتوں کی تخمین کے لئے اسراعی طریقہ اختیار کرسکتے ہیں گو اس کی نظری تصدیق واضح نہیں ہے۔
آرھینیوس نے اس امر کی طرف توجہ دلائی تھی کہ اگر ترشوں کی ایک فہرست ان کی اضافی طاقتوں کے لحاظ سے ترتیب دی جائے تو یہی ترتیب ان کے معادل محلولات کی برقی موصلیتوں کی ترتیب ہوتی ہے۔ یہ امر فہرستِ ذیل سے ظاہر ہے۔ پہلے خانہ میں معاکسۂ شکر اور مستقل ایسیٹیٹ کے حلان کے

رفتاری مستقلوں کی اوسط قیمتیں، اور دوسرے خانہ میں معادل محلولات کی سالمی موصلیت کی قیمتیں درج ہیں۔ جملہ قیمتیں ہائیڈروکلورک ترشہ کے لیے قیمت ۱۰۰ رکھ کر شمار کی گئی ہیں:-

نام ترشہ		رفتاری مستقل مقادیر	برقی موصلیت
ہائیڈروکلورک	(Hydrochloric)	۱۰۰	۱۰۰
نائیٹرک	(Nitric)	۹۶	۹۹٫۶
سلفیورک	(Sulphuric)	۵۴	۶۵٫۱
آگزیلک	(Oxalic)	۱۸	۱۹٫۷
آرتھوفاسفورک	(Orthophosphoric)	۶٫۲	۷٫۳
مانوکلورایسیٹک	(Monochloracetic)	۴٫۵	۴٫۹
ٹارٹیرک	(Tartartic)	۲٫۳	۲٫۳
ایسیٹک	(Acetic)	۰٫۴	۰٫۴

یہاں مشابہت نمایاں ہے اور اکثر مثالوں میں دونوں خانوں کی عددی قیمتیں عملاً مساوی ہیں۔

بادی النظر میں کسی ترشہ کی برقی موصلیت کو اس کی طاقت یعنی بحیثیت ترشہ کے اس کی کیمیائی عاملیت کے ساتھ مربوط کرنا مشکل معلوم ہوتا ہے۔ لیکن آرہینیوس کا نظریۂ افتراق اس رابطہ کی کلید ہے۔ آبی محلول میں تمام ترشے بعض معین خواص رکھتے ہیں جو انہی سے مخصوص ہیں اور جو مجموعی طور پر ترشئی خواص کے نام سے یاد کئے جاتے ہیں۔ مثلاً یہ اساسوں کو معتدل کر دیتے ہیں، بعض مظہروں (Indicators) کا رنگ متغیر کر دیتے ہیں ذائقہ میں ترش ہوتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ بنا بریں ہم ان کی طرف کوئی مشترک جزو، جو ان مشترک خواص کا باعث ہو سکتا ہے، منسوب کرتے ہیں۔ اگر ہم برق پاشیدی افتراق کے نظریہ کو صحیح تسلیم کریں تو مختلف ترشوں کے آبی محلولات کا جزوِ مشترک "ہائیڈر آئیون" (Hydrion) نکلتا ہے۔ اگر ہم

یہ فرض کرلیں کہ ترشوں کے مختص خواص کا سبب "ہائیڈرا ئیون" ہوتا ہے تو پھر یہ دیکھنا باقی رہ جاتا ہے کہ ترشوں کی طاقتوں کے اختلاف کی تشریح کس طور سے کی جاسکتی ہے۔ یہ تشریح اس فرضیہ پر مبنی ہے کہ معادل محلول میں مختلف ترشوں سے ہائیڈرائیون کی مختلف مقادیر حاصل ہوتی ہیں جس ترشے کے طبیعی محلول میں ہائیڈرائیون کی زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے وہ زیادہ طاقتور ہوتا ہے بنابریں اس فرضیہ کے مطابق کسی ترشہ کا درجۂ روانیت اس کی طاقت کا معیار ہوتا ہے۔ لیکن اگر ہم یکساں حالات کے تحت مختلف ترشوں کے معادل محلولات کا مقابلہ کریں تو یہ دیکھا جاتا ہے کہ برقی موصلیت حل شدہ شئے کے درجۂ روانیت کے متناسب ہوتی ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ ہائیڈروجن رواں کی رفتار ہر ایک منفی رواں کی رفتار کی بہ نسبت بہت زیادہ ہے۔ پس کسی ترشئی محلول کی موصلیت زیادہ تر مشتمل ہائیڈرائیون کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔ اس لئے اگر مختلف ترشوں کے محلولات کی موصلیت کا مقابلہ کیا جائے تو اس کی قیمتیں محلولات میں ہائیڈرائیون کی اضافی مقادیر اور بنابریں ترشوں کی اضافی طاقتوں کے متناسب ہوتی ہیں۔ چونکہ محلولات کی موصلیت بآسانی تخمین کی جاسکتی ہے اس لیے ترشوں کی اضافی طاقتوں کی تخمین کا یہ طریقہ دوسرے طریقوں کی بہ نسبت اور بالخصوص زیادہ کمزور نامیاتی ترشوں کی صورت میں بہت زیادہ استعمال ہوتا ہے۔ ان کے لیے قانون مندرجۂ صفحہ ... (طبیعی کیمیا حصۂ دوم) کے مطابق افتراقی مستقل مقدار کی حسابی تعیین ممکن ہے اور یہ مستقل مقدار عام طور پر ان کی طاقت کا معیار تسلیم کی گئی ہے اسی وجہ سے اسے بعض اوقات ترشوں کے الفی مستقل (Affinity constant) کے نام سے یاد کیا جاتا ہے۔

درجۂ روانیت ۱۰۰ فی صدی سے زیادہ نہیں ہوسکتا۔ بنابریں ترشوں کی طاقت کے لیے یہ ایک قدرتی حد مقرر ہے۔ بعض یک اساسی ترشوں کا افتراق تقریباً اس درجہ کا ہوتا ہے۔ بنابریں یہ ترشے آبی محلول میں سب سے زیادہ طاقتور ہوتے ہیں۔ ان میں سے بعض مشہور غیر نامیاتی ترشے یہ ہیں:۔ ہائیڈروکلورک، ہائیڈروبرومک، ہائیڈرآئیوڈک، نائیٹرک

اور کلورک ۔ نامیاتی تُرشوں میں الکل سلفورک (Alkyl sulphuric) تُرشے، مثلاً ہائیڈروجن ایتھل سلفیٹ اور سلفونک (Sulphonic) تُرشے، مثلاً بنزین سلفونک تُرشہ یا ایتھین سلفونک تُرشہ ہیں۔ دو اساسی تُرشوں سے کوئی تُرشہ، مذکورۂ بالا یک اساسی تُرشوں کے برابر طاقتور نہیں ہے۔ منجملہ دو اساسی تُرشوں سے کے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ سب سے زیادہ طاقتور ہے۔ کاربا کسِلِک تُرشے، مثلاً ایسیٹک تُرشہ اُن کی بہ نسبت بہت زیادہ کمزور ہوتے ہیں۔

ہم نے قبل ازیں بیان کیا ہے کہ زیادہ روانی ارتکاز کے محلولوں میں، عاملیت کسی طرح ارتکاز کے تناسب نہیں ہے۔ یہ امر حملانی عاملیت کے لیے بھی صحیح ہے اور اس کی توضیح برق پاشیدگی کی رفتار پر تعدیلی نمکوں کے اثر سے ہوتی ہے۔ مثلاً طبعی ہائیڈرو کلورک تُرشہ سے گنے کی شکر کی جوآب پاشیدگی ہوتی ہے اس کی شرح ۴۰ فی صدی بڑھ جاتی ہے اگر سوڈیم کلورائیڈ، ہائیڈرو کلورک تُرشہ کی معادل مقدار میں اضافہ کیا جائے۔ چونکہ سوڈیم کلورائیڈ کے اضافہ سے صرف ہائیڈرا ئیون کا ارتکاز گھٹ سکتا ہے (صفحہ ۱۵۷ طبعی کیمیا حصۂ دوم) ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اعلیٰ روانی طبعی نمک کی موجودگی سے ہائیڈرائیون کی حملانی عاملیت بڑھ جاتی ہے۔

یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ زیادہ ترقیق پر، تُرشوں کی طاقتوں کا اختلاف مفقود ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ لا نہایت ترقیق پر تمام تُرشے باندازِ مساوی مفترق ہوتے ہیں، اور سب تُرشوں سے ہائیڈرائیون کی مساوی مقدار حاصل ہوتی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہے کہ ان حالات کے تحت سب تُرشے باندازِ مساوی طاقتور ہوتے ہیں۔ جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے امرِ واقعہ یہ ہے کہ ایسی حالت کبھی حاصل نہیں ہو سکتی تاہم یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ تُرشوں کی طاقت کے اختلافات، ہلکے محلولات کی بہ نسبت، مرتکز محلولات میں زیادہ نمایاں ہوتے ہیں۔ مثلاً ایسیٹک تُرشہ اور اس کے

کلورینی بدلی حاصلوں کے لیے ذیل کے اعداد، ان کے فی صدی درجۂ افتراق کو، یا بحیثیتِ ہائیڈر ائیون، یعنی عامل حالت میں محلول کے اندر ہائیڈروجن کی نسبت کو ظاہر کرتے ہیں :—

نام تُرشہ	۳۲ لیتر	۱۲۸ لیتر	۵۱۲ لیتر
	ترقیق		
ایسیٹک (Acetic)	۲٫۴	۴٫۷	۹٫۱
مانو کلورایسیٹک (Monochloracetic)	۲۰	۳۵	۵۷
ڈائی کلورایسیٹک (Dichloracetic)	۷۰	۸۸	۹۸
ٹرائی کلورایسیٹک (Trichloracetic)	۹۰	۹۵	۹۹

ترقیق ۳۲ پر، ٹرائی کلورایسیٹک تُرشہ میں، ایسیٹک تُرشہ کے معادل محلول کی بہ نسبت ۳۷ گُنا زیادہ ہائیڈر ائیون ہے اور ترقیق ۵۱۲ پر صرف ۱۱ گُنا زیادہ ہے۔ ترقیق ۳۲ اور ۵۱۲ کے درمیان ہائیڈرائیون کی مقدار میں ایسیٹک تُرشہ کی صورت میں صرف ۶٫۷ فی صدی کا اضافہ ہوتا ہے اور ٹرائی کلورایسیٹک تُرشہ کی صورت میں ۹ کا اضافہ ہوتا ہے۔ اس کا سبب ان دونوں تُرشوں کی طاقت کا عظیم اختلاف ہے۔ ترقیق ۱۲۸ اور ۵۱۲ لیتر کے درمیان ٹرائی کلورایسیٹک تُرشہ کی بہ نسبت ایسیٹک تُرشہ میں ہائیڈر ائیون کی مقدار میں زیادہ اضافہ ہوتا ہے۔ جوں جوں ترقیق زیادہ ہوگی اضافہ کا یہ فرق اَور زیادہ نمایاں ہوتا جائیگا۔ بقیہ تُرشوں کی حالت میں، جن کی طاقت میں اس قدر نمایاں اختلافات نہیں ہیں، ترقیِ ترقیق کے ساتھ، طاقت کا تسویہ بہت زیادہ نمایاں ہے۔ ۳۲ سے ۵۱۲ لیتر ترقیق تک، ٹرائی کلورایسیٹک تُرشہ میں اضافہ صرف ۹ فی صدی، ڈائی کلورایسیٹک تُرشہ میں ۲۸ فی صدی اور مانو کلورایسیٹک تُرشہ میں ۳۷ فی صدی ہوتا ہے۔ ۳۲ لیتر ترقیق پر، ٹرائی کلورایسیٹک تُرشہ، ڈائی کلورایسیٹک تُرشہ کی بہ نسبت تقریباً ۳۰ گُنا زیادہ طاقتور ہے۔ لیکن

۱۲ء۵ لیٹر ترقیق پر ان کی طاقتیں تقریباً مساوی ہیں۔
اب ہم اس رشتہ کو واضح کرتے ہیں جو دو ترشوں کے درجۂ روانیت اور اس تناسب کے درمیان ہے جس میں کہ کوئی اساس، ان دو ترشوں کے درمیان جب کہ وہ ایک ہی محلول میں موجود ہوتے ہیں، منقسم ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ترشے HA اور HA′ اور اساس Na OH اس انداز سے پانی میں حل ہیں کہ ممزوج محلول کے ح لیٹروں میں ہر ایک کا ایک گرام سالمہ موجود ہے۔ حساب کو سادہ اور سہل بنانے کی خاطر، ہم فرض کرتے ہیں کہ ترشے کمزور ہیں اور ان کا سلوک اوسٹوالڈ کے ترقیقی ضابطہ (صفحہ ۷۶ء۵ طبیعی کیمیا حصۂ دوم) کے مطابق ہے، ترقیق زیر بحث پر ان کا درجۂ روانیت بہت قلیل ہے اور یہ کہ سوڈیئم کے حاصل شدہ نمکوں کی روانیت مکمل ہے۔ فرض کرو کہ ترشہ HA کی مقدار جو سوڈے سے معدل ہوتی ہے لا ہے اور ترشہ HA′ کی مقدار ۱-لا ہے کیونکہ سوڈے کی مجموعی مقدار ۱ ہے۔ اگر ھ سے مراد ہائیڈرائیون کی وہ مقدار ہو جو محلول میں موجود ہے، تو مختلف اشیاء کی مندرجۂ ذیل مقادیر، باہم گر متعادل موجود ہونگی:۔

نام شئے	مقدار
HA	(۱-لا)، جو تقریباً تمام غیر روانی ہے۔
HA′	لا، جو تقریباً تمام غیر روانی ہے۔
H رواں	ھ، ایک بہت قلیل مقدار جو HA اور HA′ سے حاصل ہوتی ہے۔
A رواں	لا، جس کی تقریباً کل مقدار Na A سے حاصل ہوتی ہے۔
A′ رواں	(۱-لا)، جس کی تقریباً کل مقدار Na A′ سے حاصل ہوتی ہے۔

غیر روانی HA اور روانوں H و A کے درمیان تعادل کی صورت پیدا ہونے کی خاطر، لازم ہے کہ اسٹوالڈ کے ترقیقی ضابطہ کے شرائط پورے

ہوں یعنی

$$\text{م} = \frac{(\text{H رواں}) \times (\text{A رواں})}{(\text{HA غیر رواں})\ \text{ح}}$$

جدولِ بالا کی قیمتیں اس مساوات میں تعویض کرنے سے

$$\text{م} = \frac{\text{ھ لا}}{\text{ح}(\text{۱} - \text{لا})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (\text{۱})$$

حاصل ہوتا ہے۔ اِسی طرح ترشہ 'HA کے لیے

$$\text{مَ} = \frac{\text{ھ}(\text{۱} - \text{لا})}{\text{لا ح}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (\text{۲})$$

حاصل ہوتا ہے۔ پہلی مساوات کو دوسری پر تقسیم کرنے سے، ہمیں ذیل کی مساوات

$$\frac{\text{م}}{\text{مَ}} = \frac{\text{لا}^{2}}{(\text{۱} - \text{لا})^{2}}$$

یا

$$\sqrt{\frac{\text{م}}{\text{مَ}}} = \frac{\text{لا}}{(\text{۱} - \text{لا})}$$

حاصل ہوتی ہے۔ بالفاظِ دیگر اگر مندرجۂ بالا کُل شرائط پوری کی جائیں تو دو ترشوں کی طمّاعیت کی نسبت، ان کے افتراقی مستقلوں کی نسبت کے جذر المربع کے مساوی ہوتی ہے۔

ترشوں کے خالص محلولات کے ترقیقی ضابطوں کی وساطت سے طمّاعیت کی قیمتوں اور کسی معیّن ترقیق پر درجۂ روانی کے درمیان ایک راست رشتہ حاصل کیا جا سکتا ہے۔ فرض کرو کہ ترقیق ح پر ترشوں HA اور 'HA کا درجۂ روانیت ف اور فَ ہے۔ پس ہمیں ذیل کی مساواتیں حاصل ہوتی ہیں:-

$$\text{م} = \frac{\text{ف}^{2}}{\text{ح}(\text{۱} - \text{ف})} \quad \ldots\ldots\ \ldots\ \ldots\ldots\ldots\ (\text{۳})$$

اور $\frac{ف^2}{(۱-ف)ح} = م$ .... (۴)

چونکہ ہمارے فرضیہ کے مطابق، ترشوں کا درجۂ روانیت بہت قلیل ہے، اس لیے ۱- ف اور ۱- فَ تقریباً ۱ کے مساوی ہیں، بنا بریں مساوات (۳) کو (۴) پر تقسیم کرنے سے ہمیں ذیل کی مساوات

$$\frac{ف^2}{فَ^2} = \frac{م}{مَ}$$

حاصل ہوتی ہے۔ لیکن ہم ابھی $\frac{لا^2}{(۱-لا)^2} = \frac{م}{مَ}$ ثابت کر چکے ہیں، اس لیے

$$\frac{لا}{۱-لا} = \frac{ف}{فَ}$$

یعنی وہ نسبت، جس کے مطابق، حالات مندرجۂ بالا کے تحت، کوئی اساس دو ترشوں کے درمیان منقسم ہوتی ہے، ایک ہی ارتکاز پر ترشوں کے درجۂ روانیت کی نسبت کے عملاً برابر ہوتی ہے یا بالفاظِ دیگر مشابہ حالاتِ ترقیق کے تحت ترشوں کی برقی موصلیتوں کی نسبت کے عملاً برابر ہوتی ہے۔ پس آرھینیوس کا نظریۂ افتراق اس رشتہ کی جو ترشوں کی طاقتوں کی تخمین کے مختلف طریقوں کے درمیان موجود ہے، ایک تسلی بخش توجیہ پیش کرتا ہے۔ اس نظریہ کا بنیادی مفروضہ یہ ہے کہ بحیثیت ترشہ، کسی ترشہ کی فعالیت، تمام تر ہائیڈر ایون کی موجودگی پر منحصر ہوتی ہے۔ اور مختلف ترشوں کا اختلاف صرف اسی قدر ہے کہ جب ان کی معادل مقادیر پانی کی ایک معین تعداد میں حل کی جاتی ہیں، تو ہائیڈر ایون کی مقدار کم و بیش ہوتی ہے۔ ترش ذائقہ، مظہروں پر عمل، معاکسۂ شکر پر مسرع اثر وغیرہ سب ہائیڈر ایون کی طرف منسوب کیے جاتے ہیں اور ہائیڈر ایون کی مقدار کی ترقی کے ساتھ ان کی حدت میں بھی ترقی ہوتی ہے۔ یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ طاقتور ترشوں کی صورت میں، غیر روانی سالمات بھی مسرع حملانی عمل کرتے ہیں۔

جو طریقے اساسوں کی اضافی طاقت کی تخمین کے لیے استعمال کئے جاتے ہیں وہ ترشوں کی طاقت کی تخمین کے مذکورۂ بالا طریقوں سے مشابہ ہیں۔ دو اساسوں کے درمیان کسی ترشہ کی تقسیم، بعض کیمیائی اعمال پر مختلف اساسوں کا مُسرِع اثر اور اساسوں کے معادل محلولات کی برقی موصلیت وغیرہ سب امور کی تحقیقات ہو چکی ہے اور ان سب طریقوں سے باہم دیگر منطبق نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

ہم اگر یہ سوال کریں کہ جملہ اساسوں کے محلولات میں کونسا جزو مشترک ہے تو اس کا جواب نظریۂ افتراق کے مطابق "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" (Hydroxidion) ہے۔ بعینہٖ جس طرح ترشوں کے مخصوص خواص، اس نظریہ کے مطابق ہائیڈر ائیون (Hydrion) کی طرف منسوب کئے جاتے ہیں اُسی طرح قلوی اشیاء (الکلیز Alkalies) کے مخصوص خواص "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" کی طرف منسوب کئے جاتے ہیں۔ قلوی ذائقہ، مظہروں پر عمل اور ترشوں کی تعدیل کی قابلیت کا سبب "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" ہی ہے اساسوں کی طاقت کا اختلاف، ان کے معادل محلولات میں "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" کی کمی بیشی پر منحصر ہوتا ہے اور جس اساس میں ان کی مقدار سب سے زیادہ ہوتی ہے وہی سب سے زیادہ طاقتور ہوتی ہے

حل پذیر اساسوں کے معادل محلولات کی برقی موصلیت، اساسوں کی اضافی طاقتوں کا اندازہ لگانے کا ایک ذریعہ قرار دی جا سکتی ہے لیکن روانی سرعتوں کی فہرست مندرجۂ صفحہ [illegible] (طبیعی کیمیا حصۂ دوم) سے معلوم ہوتا ہے کہ موصلیت کی قیمت، اساسوں کی طاقت کا ویسا صحیح معیار نہیں ہے جیسا کہ ترشوں کا ہے کیونکہ ہائیڈر آکسائیڈ روان کی رفتار، مثبت روانوں کی رفتار سے اس قدر زیادہ نہیں ہے جس قدر کہ ہائیڈروجن روان کی رفتار منفی روانوں سے زیادہ ہے۔ بنا بریں جس حد تک کسی ترشہ کی موصلیت کا باعث ہائیڈر ائیون ہوتا ہے، اساسوں کی موصلیت اس حد تک ہائیڈر آکسیڈ ائیون کے اوپر مبنی نہیں ہوتی۔ لیکن اگر درجۂ روانیت موصلیت سے حسب معمول (صفحہ ۳۵ طبیعی کیمیا حصۂ دوم) محسوب کیا جائے تو یہ معادل محلولات میں اساسوں کی طاقت کا صحیح معیار ہو سکتا ہے اور ترشوں کی طرح اساسوں کی

افتراقی مستقل مقدار کا بھی یہی مفہوم ہے کہ زیادہ طاقتور اساس کی صورت میں یہ مقداً زیادہ ہوتی ہے۔

ایک راست رفتاری طریقہ جو اساسوں کی طاقت کی تخمین کے لیے استعمال کیا جاتا ہے اِس شرح کی تخمین ہے جس کے مطابق یہ ایتھیل ایسیٹیٹ کی تصبین کرتے ہیں۔ تصبین بظاہر ہائیڈر آکسیڈ۔ ایون کے ذریعہ وقوع میں آتی ہے اور کم از کم تصبین کے شروع میں، مختلف اساسوں کے معادل محلولات سے جو رفتاری مستقل مقادیر حاصل ہوتی ہیں وہ محلول میں ہائیڈر آکسیڈ ایون کی مقدار یعنی اساسوں کی طاقت کے تناسب ہوتی ہیں۔ ذیل کے اعداد مختلف اساسوں کے چالیسویں طبعی محلول سے حاصل ہوئے تھے۔ بنظرِ سہولت لیتھیم ہائیڈر آکسائیڈ (Lithium hydroxide) کے لیے مستقل مقدار کی قیمت ۱۰۰ ظاہر کی گئی ہے :—

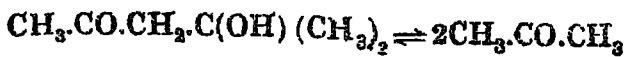
نام اساس		رفتاری مستقل مقدار
لیتھیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Lithium hydroxide)	۱۰۰
سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Sodium hydroxide)	۹۸
پوٹاسیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Potassium hydroxide)	۹۸
تھیلیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Thallium hydroxide)	۸۹
ٹیٹرا ایتھل امونیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Tetra ethyl ammonium hydroxide)	۷۵
ٹرائی ایتھل امونیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Triethyl ammonium hydroxide)	۱۴
ڈائی ایتھل امونیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Diethyl ammonium hydroxide)	۱۲
ایتھل امونیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Ethyl ammonium hydroxide)	۱۲
امونیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Ammonium hydroxide)	۲

طاقتور اساس، لیتھیا (Lithia)، سوڈا (Soda)، پوٹاش (Potash)، تقریباً طاقت کے انتہائی درجہ تک پہنچے ہوئے ہیں کیونکہ اوسط ترقیق پر بھی ان کی ایونیت کم و بیش مکمل ہوتی ہے۔ قلوی مٹیوں (Alkaline earths) کی

دھاتوں کے ہائیڈرآکسائیڈ بھی تقریباً اتنے ہی طاقتور ہیں جیسا کہ مشابہ تجربات سے ثابت ہوتا ہے۔ امونیا یا جیسا کہ یہ جزوی طور پر محلول میں موجود ہوتا ہے' امونیم ہائیڈرآکسائیڈ نسبتاً کمزور اساس ہے۔ اس کا تعلق' طاقتور قلوی اشیاء کے ساتھ ویسا ہی ہے جیسا کہ کمزور نامیاتی ترشوں کا تعلق طاقتور معدنی ترشوں کے ساتھ ہے۔ بلکہ الکل امونیم ہائیڈرآکسائیڈز (Alkyl ammonium hydroxides)' امونیم ہائیڈرآکسائیڈ کی بہ نسبت زیادہ طاقتور اساس ہیں جیسا کہ ان کے عام کیمیائی سلوک سے ظاہر ہوتا ہے۔ ورٹیٹرا الکل ہائیڈرآکسائیڈ تو بلحاظ طاقت کاوی قلیوں (Caustic alkalies) سے ٹکر کھاتا ہے۔

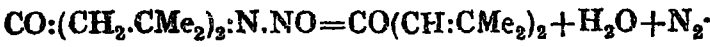
ایک اسراعی طریقہ جس کے ذریعہ سے اساسوں کی اضافی طاقتیں تخمین کی جاسکتی ہیں' الکلائیڈ ہیوسائی امین (Alkaloid hyoscyamine) کا استحالہ اس کے مشابہ التراکیب الکلائیڈ اٹروپین (Alkaloid atropine) میں ہے۔ اس استحالہ کا مطالعہ تقطیب پیما کے ذریعہ سے کیا جاسکتا ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ اس حالت میں اسراع کی مقدار' محلول میں ہائیڈرآکسیڈ آیونوں کے ارتکاز کے متناسب ہوتی ہے۔ لیکن اٹروپین (Atropine) کی ثانوی تحلیل کے باعث' یہ طریقہ صحیح طور پر استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ کیونکہ ثانوی تحلیل رفتاری مستقل مقدار کی حسابی تخمین میں مخل ہوتی ہے۔ پوٹاسیم ہائیڈرآکسائیڈ' سوڈیم ہائیڈرآکسائیڈ اور ٹیٹرا میتھل امونیم ہائیڈرآکسائیڈ کا مسرع اثر تقریباً مساوی پایا گیا ہے۔ یہ نتیجہ تصدیقی طریقوں کے نتائج کے موافق ہے۔

ایک اور اسراعی طریقہ اُس حجمی تغیر پر مبنی ہے جو ذیل کی مساوات کے مطابق ڈائی ایسی ٹون الکوہل (Diacetone Alcohol) کے ایسی ٹون (Acetone) میں منتقل ہوتے ہوئے مشاہدہ کیا جاتا ہے:۔

$$CH_3.CO.CH_2.C(OH)(CH_3)_2 \rightleftharpoons 2CH_3.CO.CH_3$$

یہ یک سالمی عمل آبی محلول میں ایک ایسی شرح سے وقوع پذیر ہوتا ہے جو محلول میں ہائیڈرآکسیڈ آیون کے ارتکاز کے متناسب ہوتی ہے۔ اس کی ترقی کا

مطالعہ، وقتاً فوقتاً ایک بسط پیما (Dilatometer) میں حجم کی بیشی کا مشاہدہ کرنے سے، کیا جاتا ہے۔ (صفحہ ۱۴۷ طبیعی کیمیا حصّہ اول)

ایک گیسی اخراج کا طریقہ قلیول سے نائیٹروسو ٹرائی ایسیٹون ایمین (Nitroso-triacetone amine) کی حملانی تحلیل (Decomposition) پر موقوف ہے جس سے نائیٹروجن، فورون (Phorone) اور پانی حسبِ مساوات

$$CO:(CH_2.CMe_2)_2:N.NO = CO(CH:CMe_2)_2 + H_2O + N_2.$$

پیدا ہوتے ہیں۔

نائیٹروجن کے اخراج کی شرح تقریباً ہائیڈر آکسائیڈ آیون کے ارتکاز کے تناسب ہے۔

دیگر طریقے جو نہایت کمزور ترشوں اور اساسوں پر عائد کئے جا سکتے ہیں، باب (۲۸) میں مذکور ہیں۔

نامیاتی ترشوں کی اِلفی مستقل مقادیر کے متعلق اوسٹوالڈ کے مضامین جرمن جریدہ *Zeitschrift für Physikalische chemie* ۳ صفحات ۱۷۰، ۲۴۱، ۳۶۹ (۱۸۸۹ء) میں درج ہیں۔

D. A. Clibbens and F. Francis کے مضمون "قلیوں سے نائیٹروسو ٹرائی ایسیٹون ایمین کی حملانی تحلیل" (جرنل کیمیکل سوسائٹی) ۱۰۱ (۱۹۱۲) صفحہ ۲۱۲۵۔ H. M. Dawson کے مضمون "حملانی تعاملوں میں ترشئی اور نمکی اثرات" (جرنل کیمیکل سوسائٹی) ۱۹۲۶ء صفحات ۲۲۸۲، ۲۸۷۲، ۳۱۶۶ کا بھی مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔

باب بست وہفتم

برق پاشیدوں کے درمیان تعادل

کیمیائی تعادل سے متعلق باب میں، ہم پڑھ چکے ہیں کہ افتراقی حاصلوں میں سے ایک یا زیادہ کی عامل کمیت بڑھنے سے، درجۂ افتراق کم ہوجاتا ہے (صفحہ ۸۰، طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔ یہ قاعدہ نمکوں، ترشوں اور اساسوں کے محلولات کی صورت میں، جو کہ سب کے سب مختلف مدارج تک، برق پاشیدی طور پر مفترق ہوتے ہیں، خاص طور پر اہم ہے۔ گیسی افتراق کی صورتوں میں کسی دوسری شئے کے اضافہ کے بغیر، افتراقی حاصلوں میں سے ایک کا اضافہ بالعموم بآسانی ممکن ہوتا ہے۔ مگر حل شدہ برق پاشیدوں کی صورت میں ایسا کرنا ممکن نہیں ہے کیونکہ افتراق کی ماہیت ایسی ہے کہ گو افتراقی حاصل برقائے ہوتے ہیں تاہم محلول ہمیشہ لازماً برقی طور پر معدل رہتا ہے۔ اس لیے جب کسی برق پاشی طور پر مفترق شئے میں کوئی ایک افتراقی حاصل ملایا جاتا ہے تو اُس وقت متضاد برقی بار والے رواں کی برقی طور پر معادل مقدار کا بھی لازماً اضافہ کرنا پڑتا ہے۔ مثلاً اگر ہائیڈروجن ایسیٹیٹ (Hydrogen acetate) کا محلول پیشِ نظر ہو تو ہائیڈرائیون (Hydrion) کے اضافہ کے لیے کسی ترشہ

مثلاً ہائیڈروکلورک ترشہ کی آمیزش ضروری ہے اور اس طور پر نہ صرف ہائیڈرائیون کا اضافہ ہوتا ہے بلکہ کلورائیڈ آئیون کا بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ علیٰ ہذا القیاس اگر ہم محلول کے معیّن حجم میں ایسیٹیٹ، آئیون (Acetate ion) کی مقدار بڑھانی چاہیں تو یہ صرف کسی ایسیٹیٹ (Acetate) کے اضافے سے ممکن ہے جس میں ایسیٹیٹ آئیون کے ساتھ دھاتی روان بھی شامل ہوتا ہے۔ اس پیچیدگی کے باوجود، ہائیڈروجن ایسیٹیٹ کی تعادلی مساوات (Equilibrium equation) عامل کمیت $H^{\cdot}$ × عامل کمیت $C_2H_3O_2'$ = ایک مستقل مقدار × عامل کمیت غیر مفترق $C_2H_4O_2$ غیر متغیر رہتی ہے خواہ کسی دوسرے روان کی قلیل مقدار کا اضافہ کیا جائے یا نہ کیا جائے پس اگر ہم ہائیڈرائیون یا ایسیٹیٹ آئیون میں سے کسی ایک کی عامل کمیت بڑھائیں تو غیر ... ہائیڈروجن ایسیٹیٹ کی عامل کمیت بھی زیادہ ہو جاتی ہے یعنی درجۂ روانیت کم ہو جاتا ہے۔

جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے جب کوئی شئے صرف ذرا سی روانی (Ionised) ہوتی ہے تو درجۂ افتراق پر اثر نسبتاً زیادہ ہوتا ہے ایسیٹک ترشہ اوسط درجہ کے ہلکے محلول میں بھی بہت تھوڑا روانی ہوتا ہے۔ اس لئے کسی عمدہ طور پر روانی ترشہ مثلاً ہائیڈروکلورک ترشہ کے اضافہ سے ایسیٹک ترشہ کی روانیت تقریباً صفر رہ جاتی ہے۔ مثال کے طور پر فرض کرو کہ ایک معیّن ترقیق پر ہائیڈروکلورک ترشہ ایسیٹک ترشہ کی بہ نسبت پچاس گنا زیادہ روانی ہے۔ مقدم الذکر کے ایک معادل کے اضافہ سے "ایسیٹیٹ آئیون" کی مقدار سابقہ قیمت کا صرف پچاسواں حصہ رہ جائیگی کیونکہ آمیزش سے "ہائیڈرائیون" کی مقدار تقریباً پچاس گنی بڑھ جائیگی اور روانات کی عامل کمیتوں کا حاصل ضرب عملاً مستقل رہنا چاہیئے چونکہ روانیت کی کمی سے "غیر روانی" ہائیڈروجن ایسیٹیٹ کی عامل کمیت پر بہت کم اثر پڑتا ہے۔ پس درجۂ روانیت سابقہ قیمت کے مقابلہ میں صرف پچاسواں حصہ رہ جاتا ہے۔ اگر ہم ایسیٹک ترشہ کے محلول میں کسی قلوی ایسیٹیٹ کی معادل مقدار ملائیں تو اسی قسم کی کمی وقوع پذیر ہوتی ہے۔ اگرچہ یہ

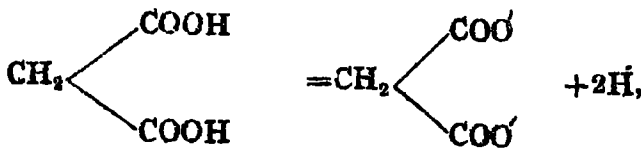
ترشہ خود بہت کم روانی ہوتا ہے لیکن اس کے نمک طاقتور ترشوں کے مساوی روانی ہوتے ہیں، اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ایسیٹیٹ آئیون (Acetate ion) کی مقدار بہت زیادہ بڑھ جاتی ہے اور ہائیڈر ائیون کی مقدار اس کے نظری انداز سے کم ہو جاتی ہے۔ کمزور ترشوں کے محلول میں ان کے تعدیلی نمکوں کے اضافہ سے ترشوں کی روانیت کی کمی عملی طور پر بہت اہم ہے کیونکہ ہائیڈر آئیون کی مقدار، جو اس طور پر پیدا ہوتی ہے اور بناءبریں بحیثیت ترشہ ان کی عاملیت بہت کم رہ جاتی ہے (باب ۲۶)۔

اس بارے میں ترشوں اور اساسوں کا حال یکساں ہے کیونکہ اساسوں کی طاقت کا انحصار ان سے حاصل شدہ "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" کے تناسب پر ہوتا ہے۔ اگر "امونیم ہائیڈر آکسائیڈ" کے کم روانی محلول میں "امونیم کلورائیڈ" ملایا جائے جو کہ بخوبی روانی ہوتا ہے تو "امونیم ائیون (Ammonium ion) کی مقدار بہت بڑھ جاتی ہے اور "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" کی وہ مقدار جو تعادل کے لئے ضروری ہوتی ہے، اس کے نظری انداز سے کم ہو جاتی ہے۔ پس جب امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کے محلول میں کوئی "امونیم" نمک ملایا جاتا ہے تو اس اساس کی عاملیت بہت گھٹ جاتی ہے۔ "پوٹاسیم ہائیڈر آکسائیڈ" جیسے طاقتور اساسوں پر ان کے ایسے تعدیلی نمکوں کی آمیزش سے جو کہ وہی فلزی ائیون دیتے ہیں بہت کم اثر پڑتا ہے کیونکہ گو غیر مفترق تناسب کا اضافی تغیر بہت زیادہ ہوتا ہے تاہم روانی (Ionised) تناسب پر اس تغیر کا اثر بہت کم ہوتا ہے اور اس طور پر "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" کے ارتکاز میں بہت تھوڑی کمی واقع ہوتی ہے۔

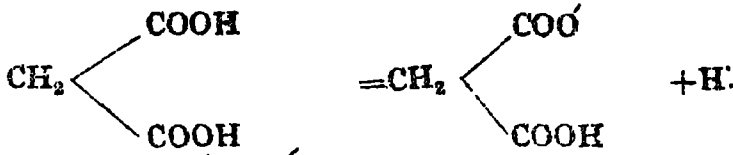
کسی دو اساسی ترشہ مثلاً "سلفیورک ترشہ" میں تعدیلی نمکوں کا اضافہ یک اساسی ترشوں میں تعدیلی نمکوں کے اضافہ کی بہ نسبت ایک بہت زیادہ پیچیدہ واقعہ ہے۔ اس کا سبب زیادہ تر ترشئی نمکوں کا بننا ہے جو ترشوں کی طرح مفترق ہونے کے بجائے نمکوں کی طرح مفترق ہوتے ہیں۔ مثلاً جب "ہائیڈروجن سلفیٹ" کے محلول میں "سوڈیم سلفیٹ" کا

ایک معادل ملایا جاتا ہے تو دونوں ابتدائی نمکوں کا ایک معین تناسب محلول میں موجود رہتا ہے لیکن اس کے ساتھ درمیانی ترشئی نمک، سوڈیئم ہائیڈروجن سلفیٹ $NaHSO_4$ بھی موجود ہوتا ہے۔ سوڈیئم سلفیٹ زیادہ تر روانات $\dot{Na}$ اور SO_4'' میں مفترق ہوتا ہے۔ سلفیورک ترشہ $\dot{H}$ اور SO_4'' میں مفترق ہوتا ہے لیکن روان HSO_4' بھی حاصل ہوتا ہے۔ اور "سوڈیئم ہائیڈروجن سلفیٹ" آخر کار روانات $\dot{Na}$ اور HSO_4' میں مفترق ہو جاتا ہے۔ اس لئے محلول میں تین غیر روانی (Unionised) اشیاء یعنی H_2SO_4، Na_2SO_4 اور $NaHSO_4$ اور کم از کم چار قسم کے روانات یعنی $\dot{Na}$، $\dot{H}$، HSO_4' اور SO_4'' موجود ہوتے ہیں، بنا بریں تعادل زیادہ پیچیدہ ہوتا ہے۔

اس ضمن میں یہ امر بیان کرنے کے قابل ہے کہ محلول میں دو اساسی ترشے بالعموم ایک ہائیڈروجن روان اور سالمہ کے بقیہ حصہ میں مفترق ہوتے ہیں اور جب تک، ہائیڈروجن کے پہلے جوہر کی بیشتر مقدار علیحدہ نہیں ہوجاتی، دوسرا جوہر بحیثیت روان علیحدہ نہیں ہوتا۔ بنا بریں غالب قیاس یہ ہے کہ اوسط درجہ کے ترتکز محلول میں "سلفیورک ترشہ" میں سے روان SO_4'' کی نسبتاً قلیل مقدار حاصل ہوتی ہے اور افتراق زیادہ تر $\dot{H}$ اور HSO_4' میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔ مزید ترقیق سے روان SO_4'' کی معتدبہ مقدار حاصل ہوتی ہے جس کا سبب غالباً یہ ہے کہ اب ہائیڈرو سلفیٹ روان HSO_4' $\dot{H}$ اور SO_4'' میں مفترق ہو جاتا ہے۔ اس سلوک کا ایک نتیجہ یہ ہے کہ کمزور دو اساسی ترشوں کا افتراقی مستقل بالکل اسی نوعیت کا ہوتا ہے جیسا کہ کسی یک اساسی ترشہ کا، جہاں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ روانیت صرف دو روانوں میں واقع ہوتی ہے مثلاً میلونک (Malonic) ترشہ ابتداءً مساوات

$$CH_2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} = CH_2\begin{cases}COO'\\COO'\end{cases} + 2\dot{H},$$

میں مفترق ہونے کے بجائے مندرجۂ ذیل مساوات کے مطابق مفترق

ہوتا ہے۔

$$CH_2 \begin{cases} COOH \\ COOH \end{cases} = CH_2 \begin{cases} COO' \\ COOH \end{cases} + H^{\cdot}$$

بنا بریں تعادل اسی نوعیت کا ہوتا ہے، جیسے کہ ایسیٹک ترشہ کا افتراقی تعادل ہوتا ہے، اور اسی کلیہ کے تابع ہوتا ہے۔

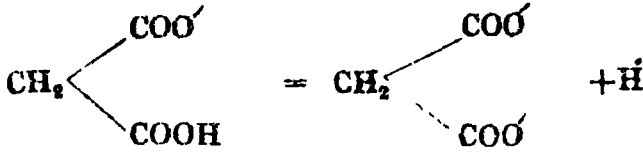
اس کی تصدیق ذیل کی فہرست سے ہوتی ہے جو میلونک ترشہ کے افتراقی مستقل کو ظاہر کرتی ہے:

ترقیق ح	۱۰۰ × درجۂ افتراق (۱۰۰ ف)	۱۰۰ × افتراقی مستقل (۱۰۰ م)
۱۶	۱۴٫۸۵	۰٫۱۵۹
۳۲	۲۰٫۲۰	۰٫۱۵۹
۶۴	۲۷٫۱۵	۰٫۱۵۸
۱۲۸	۳۵٫۹	۰٫۱۵۷
۲۵۶	۴۶٫۴	۰٫۱۵۷
۵۱۲	۵۸٫۶	۰٫۱۶۲
۱۰۲۴	۷۱٫۸	۰٫۱۶۸

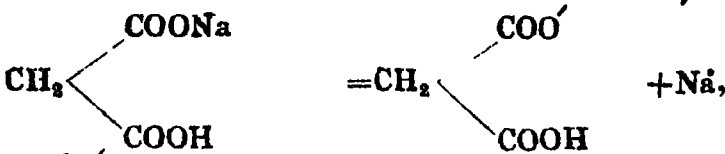
تیسرے خانہ میں جملہ ۱۰۰ م = $\frac{۱۰۰ ف^۲}{(۱-ف) ح}$ کے استقلال سے ظاہر ہوتا ہے کہ اوّلی افتراق دو روانوں میں ہوتا ہے نہ کہ تین میں، کیونکہ موخر الذکر حالت میں سابقہ جملہ کے بجائے ذیل کا جملہ

$$\frac{ف^۳}{(۱-ف) ح^۲}$$

مستقل ہونا چاہیے۔ فہرست بالا سے ظاہر ہے کہ جب ہائیڈروجن کے پہلے جوہر کی ۵۰ فیصدی مقدار مفترق ہو چکتی ہے تو مستقل مقدار '۱۰۰ م' کی قیمت خفیف سی بڑھنی شروع ہوتی ہے۔ اس بیشی کا مفہوم غالباً یہ ہے کہ ہائیڈروجن کا دوسرا جوہر بھی مفترق ہونا شروع ہوا ہے یعنی ذیل کا عمل بھی،

$$CH_2\begin{cases}COO'\\COOH\end{cases} = CH_2\begin{cases}COO'\\COO'\end{cases} + \dot{H}$$

بقدرِ محسوس شروع ہوگیا ہے ۔ وہ مقام جہاں یہ دوسرا عمل شروع ہوتا ہے، مختلف ترشوں کی صورت میں مختلف ہے۔ متعدد ترشوں میں یہ ثانوی افتراق اُس وقت ظاہر ہوتا ہے جب اوّلی افتراق ۵۰ فی صدی تک واقع ہوچکتا ہے لیکن بعض ترشوں مثلاً میلینِک (Maleic acid) ترشہ کی صورت میں ۹۰ فی صدی اوّلی افتراق تک "مستقل مقدار" کی قیمت غیر متغیر رہتی ہے ۔

نسبتاً کمزور کثیر اساسی (Polybasic) ترشوں کے ترشئی نمکوں کی صورت میں، اوّلی افتراق کم و بیش ہمیشہ دھاتی روان اور بقیہ سالمہ میں ہوتا ہے اور جب تک یہ ابتدائی انتراق کافی ترقی نہیں کر چکتا" ہائیڈرایون" نمودار نہیں ہوتا، گو جیسا کہ اوپر بتایا جا چکا ہے، ہائیڈرایون خود ترشہ ہی سے پانی کے اثر سے حاصل ہوسکتا ہے۔ مثلاً ابتداءً سوڈیم ہائیڈروجن میلونیٹ (Sodium hydrogen malonate) ذیل کی مساوات کے مطابق مفترق ہوتا ہے :-

$$CH_2\begin{cases}COONa\\COOH\end{cases} = CH_2\begin{cases}COO'\\COOH\end{cases} + \dot{Na},$$

اور اگر سابقہ ابواب کے طریقوں سے اندازہ لگایا جائے تو محلول کی ترشئی سیرت بہت کمزور ہوتی ہے ۔

جب دو برق پاشیدی محلولات ملائے جاتے ہیں تو بالعموم ہم ممزوج محلول کی موصلیت، بذریعہ سادہ آمیزش کے ضابطہ کے (صفحہ انگریزی ۸۶ دسواں ایڈیشن) اجزاء کی موصلیت کی قیمتوں سے محسوب نہیں کر سکتے۔ کیونکہ حل شدہ اشیاء ایک دوسرے کے افتراق پر اثر ڈالتی ہیں اور اس طور پر حامل رواں کی تعداد متغیر ہو جاتی ہے۔ لیکن کمیتی عمل کے کلیہ سے، جب کہ اس کا اطلاق

برق پاشیدی تعادل پر کیا جاتا ہے ہم جانتے ہیں کہ بعض محلولات ایسے ہیں جو روانبار کی نوعیت یا تعداد متغیر ہوئے بغیر یعنی اوسط ایصالی طاقت کے تغیر کے بغیر باہم گر ملائے جا سکتے ہیں۔ ایسے محلولات ہمرواں (Isohydric) کہلاتے ہیں۔ جب ہم برق پاشیدوں مثلاً HA اور HA′ کی حالت میں کہ جن سے ایک مشترک رواں حاصل ہوتا ہے اور جن میں سے ہر ایک کا سلوک اوسٹوالڈ کے ترقیقی کلیہ کے مطابق ہوتا ہے ہمروانی (Isohydry) کے شرائط کی تحقیقات کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ دو ہمرواں محلولات کی ترقیق علی الترتیب ح اور حَ ہے اور ان کا درجۂ روانیت ف اور فَ ہے۔ ترشہ HA کے لیے تعادلی مساوات

$$م = \frac{ف^2}{(ا - ف)\ ح}$$

ہے اور ترشہ HA′ کے لئے اس کی نظری مساوات

$$مَ = \frac{فَ^2}{(ا - فَ)\ حَ}$$

ہوگی۔ اب اگر یہ دونوں محلولات ملائے جائیں تو حجم ح + حَ اور ہائیڈروجن رواں کی مقدار ف + فَ ہوگی۔ ترشہ HA کے لئے نئے حالات کے تحت تعادلی مساوات حسب ذیل ہوگی:-

$$م = \frac{(ف + فَ)\ ف}{(ا - ف)\ (ح + حَ)}$$

اس مساوات کو پہلی مساوات پر تقسیم کریں تو ہمیں

$$ا = \frac{(ف + فَ)\ ح}{(ح + حَ)\ ف}$$

یعنی

$$\frac{\text{ف} + \text{ف}'}{\text{ف}} = \frac{\text{ح} + \text{ح}'}{\text{ح}}$$

حاصل ہوتا ہے۔ جس سے

$$\frac{\text{ف}'}{\text{ف}} = \frac{\text{ح}'}{\text{ح}}$$

یا

$$\frac{\text{ف}}{\text{ح}} = \frac{\text{ف}'}{\text{ح}'}$$

یہاں $\frac{\text{ف}}{\text{ح}}$ ترشہ HA میں ہائیڈرائیون کے ارتکاز اور $\frac{\text{ف}'}{\text{ح}'}$ ترشہ HA′ کے ہمرواں محلول میں ہائیڈرائیون کے ارتکاز کی تعبیر ہے اور مساوات بالا سے ثابت ہوتا ہے کہ یہ دونوں ارتکاز مساوی ہیں۔ پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ مشترک روان رکھنے والے برق پاشیدوں کے محلولات اُس وقت ہمرواں ہوتے ہیں جب مختلف محلولات میں مشترک روان کا ارتکاز ایک ہی ہوتا ہے۔

حسابی اغراض کے لئے بسا اوقات کسی واقعی آمیختہ (Mixed) محلول کی نسبت یہ خیال کرنا موجبِ سہولت ہوتا ہے کہ وہ اپنے اجزائی ہمرواں محلولات میں منقسم ہوتا ہے جو بعد ازاں برق پاشیدوں کے روانات میں کسی قسم کا تغیر واقع ہوئے بغیر خیالی طور پر آپس میں ملائے جاسکتے ہیں۔ مثلاً ایک محلول جس میں "ہائیڈروجن ایسی ٹیٹ" اور "سوڈیئم ایسیٹیٹ" کی معادل مقادیر موجود ہیں فرض کیا جاسکتا ہے کہ ایک مستطیل برتن میں موجود ہے جس میں ایک ایسا متحرک انتصابی پردہ (Partition) ہے جس میں سے پانی بآسانی گذر سکتا ہے لیکن حل شدہ اشیا نہیں گذر سکتیں۔ فرض کرو کہ "ہائیڈروجن ایسیٹیٹ" پردہ کے ایک جانب ہے اور "سوڈیئم ایسیٹیٹ" دوسری جانب ہے۔ اب پردہ کو اس طرح ہٹاؤ کہ اس کے دونوں جانب مشترک روان، "ایسیٹیٹ ائیون"، کا ارتکاز مساوی ہوجائے۔ چونکہ "سوڈیئم ایسیٹیٹ" زیادہ

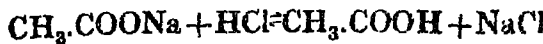
روانی ہے اس لئے پانی کا بیشتر حصہ اس کی طرف آجائیگا تاکہ اس میں ایسیٹیٹ ایونوں کا ارتکاز اتنا ہی کم ہو جائے جتنا کہ کم روانی "ہائیڈروجن ایسیٹیٹ" میں ہے۔ ہمروانیت کے لئے اپردہ کا مقام شکل ۵۲ طبیعی کیمیا حصہ دوم کے مطابق ہوگا۔ اس شکل میں برتن کی افقی تراش دکھائی گئی ہے۔ مائع کا ارتفاع، دیا فرغمہ کے دونوں جانب ایک ہی ہے۔ یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ "ہائیڈروجن ایسیٹیٹ" کے محلول کو مرتکز کرنے سے ہائیڈروجن ایونوں یا ایسیٹیٹ ایونوں کا ارتکاز مساوی نہیں ہوتا کیونکہ ترقیق کی کمی سے درجۂ افتراق اور بنابریں روانات کا تناسب بھی کم ہو جاتا ہے اگرچہ کمتر شرح سے۔ عام طور پر مبتدی یوں استدلال کرتے ہیں کہ اگر ایک برق پاشیدہ کا محلول دوسرے برق پاشیدہ کے معادل محلول کی بہ نسبت ۱۰ گنا زیادہ روانی ہو تو

Na Ac	HAc

شکل ۳۲

دونوں محلولات کا روانی ارتکاز مساوی ہونے کے لئے صرف اس بات کی ضرورت ہے کہ دوسرے محلول کو اس کے حجم کے دسویں حصہ تک مرتکز کیا جائے۔ لیکن یہ صحیح نہیں ہے۔ کیونکہ ترقیق کی کمی کے ساتھ درجۂ روانیت کی کمی کے باعث، اس سے بہت زیادہ درجہ کا ارتکاز درکار ہوتا ہے۔ آرھینوس نے ہمروانی محلولات کے نظریہ پر بحث کرتے ہوئے یہ عام اصول مستنبط کیا ہے کہ مساوات کے ایک جانب روانی مقادیر کا حاصل ضرب دوسری جانب کے روانی مقادیر کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔ مثلاً اگر مندرجۂ ذیل ثنائی تحلیل کا مسئلہ پیش ہے

$$CH_3.COONa + HCl \rightleftharpoons CH_3.COOH + NaCl$$

ک$_4$ ک$_3$ ک$_2$ ک$_1$

اور توازن قائم ہو جانے کے بعد ان اشیاء کے گرام سالمی ارتکازات ک$_1$، ک$_2$، ک$_3$، ک$_4$ ہوں اور آمیختہ محلول میں ان کے درجۂ روانیت د$_1$، د$_2$، د$_3$، د$_4$ ہوں تو ان میں

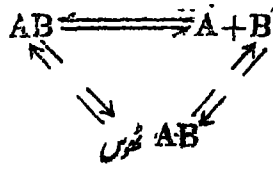
یہ رابطہ پایا جاتا ہے:-

$$ک_{۱م} \times ک_{۲م} = ک_{۳م} \times ک_{۴م}$$

ہم اس رابطہ کو ان مختلف اشیاء کی روانیت کی عام نوعیت اور ترقیق کے ساتھ اس کے تغیر کے معلومہ واقعات کے ساتھ شامل کرکے توازن کی واقعی حالت یا نوعیت دریافت کر سکتے ہیں۔ مثلاً یہ بتایا جا سکتا ہے کہ ایک دی ہوئی ترقیق پر دو یک اساسی ترشوں کی طاقتیں ان کی روانیت کے درجوں کے متناسب ہیں جو کہ ان میں پائی جاتیں اگر وہ علیحدہ علیحدہ محلل کے دیے ہوئے حجم میں حل ہوتے۔ ہم نے یہ بات دو کمزور ترشوں کے لیے ثابت کی ہے لیکن اگر دونوں ترشے طاقتور ہوں یا ایک طاقتور اور دوسرا کمزور تب بھی یہ بات اسی قدر صحیح ہے۔ سلفیورک ترشہ جیسے دو اساسی ترشوں کی صورت میں یہ نظریہ آسانی کے ساتھ استعمال نہیں کیا جا سکتا اس لیے کہ ترشئی نمکوں کے موجود ہونے سے توازن کی نوعیت نہایت پیچیدہ ہو جاتی ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۸۰۱۔ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔

اس نظریہ سے یہ بآسانی ثابت ہو سکتا ہے کہ ایک کمزور ترشہ کی روانیت کا درجہ اس کے نمکوں میں سے ایک نمک کی موجودگی میں، مقدار نمک کے تقریباً بالعکس متناسب ہے۔ اگر کمزور ترشہ متعدد بخوبی روانی (Strongly Ionised) برق پاشیدوں کے ساتھ موجود ہو تو ہم یہ بتا سکتے ہیں کہ اس کی روانیت کا درجہ وہی ہوگا جو اس صورت میں ہوتا جبکہ ان برق پاشیدوں کے روانی حصص دیے ہوئے ترشہ کے کسی نمک کے روانی حصص ہوتے۔

برق پاشیدی افتراق کے نظریہ کا ایک اہم استعمال ایک ٹھوس برق پاشیدہ سے اور اس کے برق پاشیدی محلول کے مابین توازن سے متعلق ہے۔ ہر تپش کے متناظر ٹھوس کے ساتھ محلول برق پاشیدے کا ایک معین ارتکاز پایا جاتا ہے۔ محلول کے اندر روانی اور غیر روانی برق پاشیدہ ایک دوسرے اور نیز ٹھوس کے ساتھ توازن کی حالت میں رہ سکتا ہے۔ یہ توازن کی ایک ایسی صنف ہے جس کو ذیل کے نقشہ سے تعبیر کر سکتے ہیں:-

$$AB \rightleftharpoons A + B$$
$$AB \text{ ٹھوس}$$

چونکہ ٹھوس کی عامل کمیت مستقل ہے غیر روانی برق پاشیدے کی عامل کمیت بھی مستقل رہیگی۔ اور اس اصول سے ہم حساب کر سکتے ہیں کہ ایک برق پاشیدے پر ایک دوسرے برق پاشیدے کے ملانے سے جو پہلے برق پاشیدے کے ساتھ ایک روان مشترک رکھتا ہے، کیا حل پذیری اثر پیدا ہوتا ہے۔

حساب کی سہولت اور نظریہ سے مستنبط کئے ہوئے نتائج کی امتحانی تصدیق کی غرض سے ایک ایسے توازن پر غور کرنا مناسب ہے جو کم حل پذیر نمک سے متعلق ہے تاکہ محلولات جن پر غور کیا جا رہا ہے ہلکے ہوں اور اس لئے روانی ارتکازات قلیل ہوں۔ بطور مثال سلور برومیٹ ($AgBrO_3$) لو جس کے سیر شدہ محلول کا ارتکاز ۵ء۴۳ پر ۱۰۰۰ء۰ طبعی ہے جو کامل روانیت کے مفروضہ کے لحاظ سے چاندی کے روان اور برومیٹ کے روان کا بھی ارتکاز ہے۔ ہم چاندی کے روان کا ارتکاز ایک حل پذیر چاندی کا نمک ملا کر بڑھا سکتے ہیں اور برومیٹ کے روان کا ارتکاز ایک حل پذیر برومیٹ کو ملا کر بڑھا سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ہم سلور نائیٹریٹ اس مقدار میں اضافہ کرتے ہیں کہ توازن قائم ہو جانے کے بعد چاندی کے روان کا ارتکاز دوچند ہو جاتا ہے اس لئے اگر چاندی کے روان کا ارتکاز دوچند ہو جاتا ہے تو برومیٹ کے روان کا ارتکاز نصف ہو جانا چاہیئے تاکہ دونوں کے حاصل ضرب کی وہی قیمت ہو جو پہلے تھی۔ برومیٹ کا روان محلول کے باہر صرف کسی مثبت روان کی معادل مقدار کے ساتھ مسقط ہو سکتا ہے اور چونکہ محلول میں مثبت قسم کا ایک ہی ایک جو روان ہے وہ چاندی کا روان ہے، چاندی کے برومیٹ کی ترسیب ہونی چاہیئے تاکہ توازن از سر نو قائم ہو جائے۔ پس سلور برومیٹ کے محلول میں سلور نائیٹریٹ اضافہ کرنے کا یہ اثر ہوتا ہے کہ سلور برومیٹ کی حل پذیری گھٹ جاتی ہے اور اس کے گھٹاؤ کا درجہ سلور نائیٹریٹ کی اس مقدار کے تابع ہے جو اضافہ کی گئی ہے جب کوئی حل پذیر برومیٹ اضافہ کیا جاتا ہے تو اس صورت میں بھی ٹھیک اسی طرح کا عمل

واقع ہوتا ہے۔ توازن پر برومیٹ کے روان کی مقدار بڑھ جاتی ہے پس چاندی کے روان کی مقدار اسی مناسبت سے گھٹ جانی چاہیے تاکہ دونوں روانوں کا حاصل ضرب مستقل رہے۔ مستقل روانی حل پذیری کے حاصل ضرب کا جو اصول ہے اس کی یہ ایک مثال ہے۔

حسابی شمار کی تفہیم کے لئے ذیل کی عددی مثال مفید ثابت ہوگی۔ جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے "سلور برومیٹ" کے سیر شدہ محلول کا ارتکاز ۲۵ درجہ پر صرف ۰٫۰۰۸۱ طبعی ہوتا ہے۔ اگر ہم فرض کریں کہ نمک کامل طور پر روانی ہو جاتا ہے تو روانی ارتکازوں کا حاصل ضرب

۰٫۰۰۸۱ × ۰٫۰۰۸۱ = ۰٫۰۰۰۰۶۵۶

ہوتا ہے۔ اب فرض کرو کہ اس قدر سلور نائیٹریٹ کا اضافہ کیا جاتا ہے جو اگر اتنے ہی پانی میں حل کیا جائے جس میں "سلور برومیٹ" حل ہوا ہے تو محلول کا ارتکاز بلحاظ "سلور نائیٹریٹ" ۰٫۰۰۸۵ طبعی ہو جاتا۔ مزید برآں یہ بھی فرض کرو کہ سلور نائیٹریٹ بھی تماماً روانی ہو جاتا ہے۔ اور اس سلور برومیٹ کا ارتکاز جو اب محلول میں باقی ہے، لا ہے جو کہ سابقہ مقدار سے کم ہے۔ اس لئے "چاندی کے روان" کا ارتکاز لا + ۰٫۰۰۸۵ اور برومیٹ کے روان کا ارتکاز لا ہوگا۔ چونکہ ارتکاز کی ان قیمتوں کا حاصل ضرب سابقہ حاصل ضرب کا مساوی ہے، یعنی

(۰٫۰۰۸۵ + لا) لا = ۰٫۰۰۰۰۶۵۶

ہے، اس لیے

لا = ۰٫۰۰۴۹

بنا بریں ہم نتیجہ کر سکتے ہیں کہ "سلور نائیٹریٹ" کے اضافہ سے "سلور برومیٹ" کے سیر شدہ محلول کی طاقت ۰٫۰۰۸۱ سے ۰٫۰۰۴۹ رہ جائیگی۔ واقعی تخمین سے معلوم ہوا کہ حل پذیری گھٹ کر ۰٫۰۰۵۱ رہ گئی تھی جو نظری نتیجے کے بخوبی موافق ہے۔ یہ بات ملحوظ رکھنی چاہیے کہ نظری نتیجہ متعلقہ اشیاء کی عاملیت پر مجموعی روانی ارتکاز کے اثر کو نظر انداز کرنے سے حاصل ہوا ہے۔ واقعۃً ایسا نہیں ہوتا کیونکہ ہلکا ؤ زیر بحث پر درجہ روانی اکائی نہیں ہوتا۔ اور مستقل رہنے کے بجائے

سلور نائیٹریٹ کے اضافہ سے کم ہو جاتا ہے۔ لیکن اس تغیر کی تصحیح موصلیت کی تخمین کے ذریعہ سے آسان ہے، اگرچہ اس طور پر تعادل کا ضابطہ قدرے پیچیدہ ہو جاتا ہے۔ مثال بالا میں مناسب تصحیح کے بعد، نظری قیمت ۰٫۰۰۵۰۶ حاصل ہوتی ہے جو تجربی قیمت کے تقریباً مساوی ہے۔ چونکہ جہاں تک روانی کا تعلق ہے، "سلور نائیٹریٹ" اور "سوڈیم برومیٹ" کا اثر تقریباً مساوی ہے، ہم توقع کر سکتے ہیں کہ ان دونوں نمکوں کی معادل مقداریں مساوی طور پر سلور برومیٹ کی حل پذیری کو گھٹا دیتی ہیں۔ تجربہ ثابت کرتا ہے کہ "سوڈیم برومیٹ" کی ایسی مقدار کے اضافہ سے جو مثال بالا میں مستعمل سلور نائیٹریٹ کے معادل ہے محلولیت ۰٫۰۰۵۲ تک گھٹ جاتی ہے۔ یہ قیمت سابقہ قیمت کے تقریباً متماثل ہے۔

جب ایک مشترک روان والے دو بہت کم حل ہونے والے نمک، پانی کے ساتھ اکٹھے ہلائے جاتے ہیں تو یہ ایک، دوسرے کی حل پذیری کو کم کر دیتے ہیں۔ یہ کمی سابقہ مثال کی طرح تخمین کی جا سکتی ہے۔ مثلاً تھیلیم کلورائیڈ (Thallium chloride) TI Cl اور تھیلیم تھائیوسائیانیٹ (Thallium thiocyanate) TISCN کے سیر شدہ محلولات کا ارتکاز، علی الترتیب ۰٫۰۰۱۶۱ اور ۰٫۰۰۱۴۹ گرام سالمات فی لیٹر ہوتا ہے۔ اگر دونوں نمک کامل طور پر روانی ہوں تو روانی ارتکازوں کے مستقل حاصل ضرب، علی الترتیب $(۰٫۰۰۱۶۱)^2$ اور $(۰٫۰۰۱۴۹)^2$ ہونگے۔ اگر کلورائیڈ کی حل پذیری "تھائیوسائیانیٹ" کی موجودگی میں لا ہو اور "تھائیوسائیانیٹ" کی حل پذیری "کلورائیڈ" کی موجودگی میں ما ہو تو یہ اعداد، علی الترتیب کلورائیڈ روان اور تھائیوسائیانیٹ روان کے ارتکازوں کے مساوی ہیں اور ان کا مجموعہ لا + ما تھیلیم روان کے ارتکاز کے مساوی ہے۔ بنا بریں ہمیں ذیل کی مساواتیں حاصل ہوتی ہیں:-

$$لا\,(لا + ما) = (۰٫۰۰۱۶۱)^2$$

$$ما\,(لا + ما) = (۰٫۰۰۱۴۹)^2$$

جن سے

$$لا = ۰٫۰۰۱۱۸$$

اور

$$ما = ۰٫۰۰۱۰۱$$

حاصل ہوتا ہے۔ تجربی اعداد ۰٫۰۰۱۱۹ اور ۰٫۰۰۱۰۷ ہیں جو نظری اعداد سے

چنداں مختلف نہیں ہیں۔ ایک مشترک روان والے برق پاشیدے کے محلول کے اضافہ سے کسی برق پاشیدے کی حل پذیری کی کمی، ایک عام واقعہ ہے جس کی مستثنیات صرف ایسی دو اشیاء ہیں جو دوہرا نمک بناتی ہیں یا جو ایک دوسرے کے اوپر محلول میں کیمیائی عمل کرتی ہیں۔ ان نظری نتائج کے استعمال کی مثالیں (باب نسبت ونہم) میں درج ہیں۔

جب کہ متعلقہ روانات یک گرفتی اور ارتکازات قلیل ہوتے ہیں تو متذکرۂ بالا نتائج جو روانیت کے سادہ نظریہ سے ازروئے حساب مستنبط کئے گئے ہیں تجربی نتائج کے ساتھ اچھی مطابقت رکھتے ہیں۔ جب حل شدہ نمک کے روانات کثیر گرفتی ہوتے ہیں تو تجربے اخذ کئے ہوئے نتائج اور حساب سے دریافت کئے ہوئے نتائج میں موافقت نہیں پائی جاتی۔ کیونکہ کثیر گرفتی روانوں میں برقی باروں کا ارتکاز عاملیت کی قدروں پر اور بدیں وجہ توازن پر ایک نمایاں اثر رکھتا ہے۔ ایسے مسائل کی تحقیق میں روانی طاقت کا تصوّر مفید ہوتا ہے۔ کسی محلول کی روانی طاقت سے مُراد، ہر ایک روان کے سالمی ارتکاز اور اس کی گرفت کے مربع کے حاصل ضرب کا نصف مجموعہ ہے۔ مثلاً کامل روانی پوٹاسیئم کلورائیڈ کے $\frac{1}{100}$ سالمی محلول کی روانی طاقت

$\frac{1}{2}(0.01+0.01)=0.01$ ہے، بیریئم کلورائیڈ کی $\frac{1}{2}(0.01\times 2^2+0.02)=0.03$،

میگنیسیم سلفیٹ کی $\frac{1}{2}(0.01\times 2^2+0.01\times 2^2)=0.04$، اور لنتھینم کلورائیڈ

کی $\frac{1}{2}(0.01\times 3^2+0.03)=0.06$ ہے۔ پس کلورائیڈ روان کے ایک

ہی ارتکاز کے، پوٹاسیئم کلورائیڈ، بیریئم کلورائیڈ اور لنتھینم کلورائیڈ کے محلولوں میں، روانی طاقتیں ۱ : ۱،۵ : ۲ کی نسبت میں ہوتی ہیں، اگرچہ مجموعی روانی ارتکازات ۱ : ۰،۷۵ : ۰،۶۷ کی نسبت میں ہوتے ہیں۔ مندرجۂ ذیل قاعدہ کا استعمال بہت وسیع ہے: کسی دیئے ہوئے طاقتور برق پاشیدے کی عاملیت کی قدر، ایک ہی روانی طاقت کے محلولوں میں ایک ہی ہوتی ہے،

بشرطیکہ یہ محلول ہلکے ہوں۔ ڈیبائی (Debye) اور ہوکل (Hückel) کے نظریہ سے (صفحہ ۱۷، طبیعی کیمیا حصہ دوم) یہ مستنبط ہو سکتا ہے کہ بہت ہی ہلکے محلولوں میں کسی روان کی عاملیت کی قدر کا لوگارتھم اُس محلول کی روانی طاقت کے جذر المربع کے متناسب ہے۔ جب یہ نظریہ ایک سادہ تر شکل میں مشترک روان کے اُس اثر پر عائد کیا جاتا ہے جو حل پذیری کو گھٹانے سے متعلق ہے ہمیں ایک ہی گرفت (گ) کے دونوں روانوں والے برق پاشیدے کے لئے یہ ذیل کا ضابطہ حاصل ہوتا ہے:

$$\text{لوگ}\ \frac{\text{ل}(\text{ل} + \text{ا})}{\text{ل}_۰^{۲}} = \text{م}\,\text{گ}^{۲}\left(\sqrt{\text{ط}} - \sqrt{\text{ط}_۰}\right)$$

جس میں ل۰ خالص پانی میں نمک کی سالمی حل پذیری ہے، ل اس کی حل پذیری ا ارتکاز کے نمک کے محلول میں جو کہ اضافہ کیا جاتا ہے، ط۰ اور ط علی الترتیب خالص پانی میں اور آمیختہ محلولوں میں روانی طاقتیں ہیں۔ م کی قیمت تمام محلولوں کے لئے مستقل ہونی چاہیئے، لیکن اس صورت میں بھی جبکہ محلول بہت ہی ہلکے ہوتے ہیں، م کسی قدر متغیر پایا جاتا ہے۔ مستقل روانی حل پذیری کے حاصل ضرب کے اصول کے لحاظ سے ل (ل + ا) = ل۰۲ اور اس طور پر بیشتر کی مساوات میں بائیں جانب کا جملہ ا کی تمام قیمتوں کے لئے صفر ہوگا، بجائے اس کے کہ زیرِ غور برق پاشیدے کی گرفت کے ساتھ اور مجموعی روانی طاقت کے ساتھ متغیر ہو جیسا کہ ضابطہ سے ظاہر ہے۔

مندرجۂ ذیل مضامین اور رسالوں کا مطالعہ مفید ہوگا:-

ایس۔ آرھینیوس (S. Arrhenius) "ہمروانی محلولات کا نظریہ"
Zeitschrift für Physikalische chemic
(۲) صفحہ ۲۸۴ سنہ ۱۸۸۸ء۔

"برق پاشیدوں میں توازن" ایضاً (۵) صفحہ ۱ سنہ ۱۸۹۰ء۔

جی۔ این۔ لیوس اور ایم رینڈل G. N. Lewis and M. Randall
طاقتور برق پاشیدوں کی عاملیت کی قدریں" Jour. Amer. Chem. Soc.
(۴۳) صفحہ ۱۱۱۲ سنہ ۱۹۲۱ء۔

اے۔ اے۔ نائس (A. A. Noyes) "ڈیبائی اور ھوکل کے نظریہ
کا استعمال حل پذیری کے اثرات سے متعلق" (Application of Debye and
Hückle's Theory to Solubility Effects)
(Jour. Amer. Chem. Soc. (۴۶) صفحہ ۱۱۰۴ سنہ ۱۹۲۴ء۔

جے۔ این۔ برانسٹیڈ اور وی۔ کے۔ لامیر (J. N. Bronsted and
V. K. La Mer) "بہت ہی ہلکے محلولات میں رواناتِ کی عاملیت کی قدریں"
ایضاً (۴۶) صفحہ ۵۵۵ سنہ ۱۹۲۴ء۔

او۔ جے۔ واکر (O. J. Valker) "ایک مشترک روان رکھنے والے
محلولوں میں دو گرفتی نمکوں کی حل پذیری" Jour. Chem. Soc.
(۱۲۷) صفحہ ۶۱ سنہ ۱۹۲۵ء۔

باب بست و ششم

تعدیل اور ملحی آب پاشیدگی

یہ عام طور پر معلوم ہے کہ بعض طبعی نمکوں کے آبی محلولات مظہروں کے لئے معتدل نہیں ہوتے۔ مثلاً ایلومینیم سلفیٹ (Aluminium Sulphate) یا پھٹکڑی کا محلول، صریح طور پر ترشئی ہوتا ہے اور سوڈیم کاربونیٹ (Sodium Carbonate) کا محلول صریح طور پر قلوی ہوتا ہے۔ برق پاشیدی افتراق کے نظریہ کے مطابق، ترشیت کا باعث "ہائیڈر ائیون" (Hydrion) اور قلویت[1] کا باعث "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" (Hydroxidion) گردانا جاتا ہے۔ بنا بریں ہمیں اس امر کی توجیہ پیش کرنا ہے کہ بعض ملحی محلولات میں یہ روان اس قدر کافی ارتکاز میں موجود ہوتے ہیں کہ مظہران سے بخوبی متاثر ہو سکتے ہیں۔ چونکہ یہ رواناتا، طبعی نمکوں میں سے حاصل نہیں ہو سکتے اس لئے ہمیں لازماً یہ نتیجہ نکالنا پڑتا ہے کہ یہ محلل پانی سے حاصل ہوتے ہیں۔ پس ہم اب برق پاشیدگی افتراق کے نقطۂ نگاہ سے، خالص پانی کے خواص کی طرف متوجہ ہوتے ہیں۔ معمولی نل کے پانی کی برقی موصلیت معتدبہ ہوتی ہے یعنی اس میں

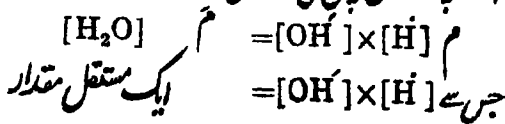
---

[1] (Alkalinity) ے

روانات کافی مقدار میں موجود ہوتے ہیں۔ کشید کیے ہوئے پانی کی موصلیت نسبتاً بہت کم ہوتی ہے۔ بنابریں ہم بجا طور پر یہ فرض کرسکتے ہیں کہ معمولی پانی کی موصلیت کا باعث اس میں کے حل شدہ ملحی لوث ہیں۔ جس قدر زیادہ احتیاط سے پانی کشید کیا جاتا ہے، اس کی موصلیت اسی قدر کم ہوتی جاتی ہے۔ لیکن ۱۸° م پر ص = 10^{-6} (صفحہ ۱۰) سے کم موصلیت کا پانی حاصل کرنا اور محفوظ رکھنا مشکل ہے کیونکہ شیشہ پر اور ہوا کی کاربانک ایسڈ گیس پر پانی کے محلل اثر سے موصلیت کی قیمت بڑھ کر جلد اتنی ہو جاتی ہے۔ سلیکا (Silica) کے بنے ہوئے آلات اور کاربن ڈائی آکسائیڈ اور دیگر موصل لوث سے پاک صاف ہوا استعمال کرکے ممکن ہے کہ ۱۸° م پر 0.06×10^{-6} موصلیت کا پانی تیار کیا جائے اور اس سے کام کیا جائے۔ کوھلراؤش نے خلاء میں کشید کرکے پانی کو مطہر کیا اور بخار کو براہِ راست مزاحمتی برتن میں بستہ کرکے معلوم کیا کہ خالص ترین پانی، جو کہ وہ حاصل کرسکا ۱۸° م پر 0.04×10^{-6} موصلیت رکھتا تھا۔ اس پانی کی موصلیت کی تپشی شرح پر غور کرنے سے اس نے حساب کیا کہ مطلقاً خالص پانی کی موصلیت ۱۸° م پر 0.036×10^{-6} یعنی ۲۵° م پر 0.05×10^{-6} ہوتی ہے۔ پانی سے صرف "ہائیڈروجن آئیون" اور "ہائیڈروآکسیڈ آئیون" حاصل ہوسکتے ہیں۔ پس ان روانات کی رفتار سے ہم شمار کرسکتے ہیں کہ ۲۵° م پر فی ٹن پانی کی ۰.۱ ملی گرام مقدار روانی ہوتی ہے۔ بالفاظِ دیگر ۲۵° م پر خالص پانی میں $\dot{H}$ اور $O\acute{H}$ کا ارتکاز تقریباً 1×10^{-7} طبعی ہوتا ہے۔ عام طور پر ۲۵° م پر خالص پانی میں $\dot{H}$ اور $O\acute{H}$ کا روانی ارتکاز 1.1×10^{-7} طبعی تسلیم کیا جاتا ہے۔ یہ قیمت ہم آگے آنے والے جملہ حسابوں میں استعمال کرینگے اگرچہ تازہ تجربات سے ثابت ہوا ہے کہ یہ قیمت قدرے زیادہ ہے۔

۲۵° م پر خالص پانی کی تعادلی مساوات

م $[\dot{H}] \times [O\acute{H}] =$ م $[H_2O]$

جس سے $[\dot{H}] \times [O\acute{H}] =$ ایک مستقل مقدار

کیونکہ غیر روانی پانی کی عامل کمیت، روانات کی عامل کمیت کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہونے کے باعث، تقریباً غیر متغیر تصور کی جاسکتی ہے۔ خالص پانی میں $H^{\cdot}$ اور $OH^{\prime}$ کی عامل کمیتوں کے لیے جو قیمتیں ہم نے ابھی ابھی معلوم کی ہیں، اگر انہیں اس مساوات میں داخل کیا جائے تو ۲۵° در پر پانی کی مستقل روانیت کی قیمت حسب ذیل حاصل ہوتی ہے:—

$$\text{پ} = \left[1.1 \times 10^{-7}\right] \times \left[1.1 \times 10^{-7}\right] = 1.2 \times 10^{-14}$$

روانیت کا یہ مستقل انتہا درجہ اہمیت رکھتا ہے اس لیے کہ اس کی قیمت نہ صرف خالص پانی کے لیے بلکہ تمام ہلکے آبی محلولات کے لیے بھی یہی فرض کی جاتی ہے۔ کیونکہ ان میں غیر روانی پانی کی عامل کمیت عملاً مستقل رہتی ہے۔ پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ "ہائیڈر آئیون" اور "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" کے ارتکازات کا حاصل ضرب، تمام ہلکے آبی محلولات میں، خواہ وہ ترشئی، معدّل یا قلوی ہوں، ایک ہی ہوتا ہے اور ۲۵° در پر 1.2×10^{-14} کے مساوی ہوتا ہے۔ اس عدد سے استفادہ کرتے ہوئے ہم بطور مثال کسی محلول میں "ہائیڈر آئیون" یا "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" کا ارتکاز معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلاً فرض کرو کہ ہم "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" $OH^{\prime}$ کا ارتکاز ایسیٹک ترشہ کے عشر طبعی محلول میں دریافت کرنا چاہتے ہیں۔ ۲۵° در پر ایسیٹک ترشہ کا افتراقی مستقل 1.8×10^{-5} ہے (صفحہ ۵۶۔ طبعی کیمیا حصۂ دوم)۔ پس ح = ۱۰ کے لیے ہم ف = ۰٫۰۱۳ مستنبط کرتے ہیں یعنی $[H^{\cdot}] = 0.0013$، جس سے

$$1.2 \times 10^{-14} = \left[OH^{\prime}\right] \times \left[1.3 \times 10^{-3}\right]$$

یعنی

$$\left[OH^{\prime}\right] = 0.9 \times 10^{-11}$$

حاصل ہوتا ہے۔ پس عشر طبعی ایسیٹک ترشہ میں "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" $OH^{\prime}$ کا ارتکاز تقریباً 10^{-11} طبعی ہوتا ہے۔

بیانِ بالا کے مطابق جملہ آبی محلولات میں ترشئی روان "ہائیڈر آئیون"

اور قلوی روانی "ہائیڈرآکسیڈ ائیون" کا وجود لازم ہے۔ بناء بریں یہ معلوم کرنا مناسب اور ضروری ہے کہ آبی محلولات کے متعلق اصطلاحات "ترشی" "معدل" اور قلوی کا صحیح مفہوم کیا ہے۔ خالص پانی ہمیشہ مطلقاً معدل خیال کیا جاتا ہے اور اس میں ہائیڈر ائیون اور ہائیڈرآکسیڈ ائیون کا ارتکاز مساوی ہوتا ہے۔ بناء بریں ہم کہہ سکتے ہیں کہ مطلقاً معدل محلولات وہ ہیں جن میں "ہائیڈرائیون" اور "ہائیڈرآکسیڈ ائیون" کا ارتکاز مساوی ہوتا ہے۔ چونکہ ان روانی ارتکازات کا حاصل ضرب ہمیشہ مستقل رہتا ہے اس لیے یہ لازم آتا ہے کہ تمام مطلقاً معدل محلولات میں "ہائیڈر ائیون" اور "ہائیڈرآکسیڈ ائیون" کا ارتکاز وہی ہوتا ہے جو کہ مساوی تپش پر خالص پانی میں ہوتا ہے۔ مطلقاً معدل محلولات کی اس تعریف کے بعد ہم ان محلولات کو جن میں "ہائیڈرائیون" کا ارتکاز "ہائیڈرآکسیڈ ائیون" کے ارتکاز کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے ترشی محلولات اور ان محلولات کو جن میں "ہائیڈرآکسیڈ ائیون" کا ارتکاز "ہائیڈرائیون" کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے، قلوی محلولات کہہ سکتے ہیں۔

یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کوئی محلول عام منشاء کے لحاظ سے "ترشی" معدل یا قلوی ہے، ہم مظہر استعمال کرتے ہیں، جو اپنے رنگ کے تغیر سے ہائیڈر ائیون (یا ہائیڈرآکسیڈ ائیون) کے ارتکاز کے تغیر کو ظاہر کر دیتے ہیں۔ خالص "لِٹمس" (Litmus) یعنی ایزولِٹمین (Azolitmin) حساس ترین مظہروں میں سے ایک مظہر ہے۔ اگر ہائیڈر ائیون کا ارتکاز 10^{-6} سے زیادہ ہو تو محلول کا رنگ سُرخ ہوتا ہے اور اگر یہ 10^{-8} سے کم ہو یعنی اگر ہائیڈرآکسیڈ ائیون کا ارتکاز تقریباً 10^{-6} ہو تو محلول کا رنگ آسمانی ہوتا ہے۔ جب ارتکاز ان قیمتوں کے درمیان ہوتا ہے تو محلول کا رنگ ارغوانی مائل ہوتا ہے اور محلول معدل کہلاتا ہے۔ صاف ظاہر ہوتا ہے کہ لِٹمسی تعدیل لازمی طور پر مطلق تعدیل کے مرادف نہیں ہے بلکہ صحیح تعدیلی نقطہ کے دونوں جانب وسیع حدود تک پھیلی ہوتی ہے۔ تاہم ترشئیت پیمائی اور قلویت پیمائی کی عملی اغراض کے لیے، لِٹمس کے رنگ کے تغیرات جملہ ضروریات عامہ کے لیے

کافی واضح ہیں۔ مثلاً فرض کرو کہ ہم کسی ایسے محلول کے ۱۰۰ مکعب سمر سے کام کر رہے ہیں جو لتمس پر عمل کرنے کے لحاظ سے ٹھیک ترشئی ہے یعنی ایک ایسا محلول جس میں ہائیڈر ایئون کا ارتکاز $۱۰^{-۶}$ طبعی کے مساوی ہے۔ اس محلول کو صحیح تعدیلی نقطہ تک لانے کے لیے کسی قلی کے طبعی محلول کے صرف $۱۰۰ \times ۱۰^{-۶} = ۰۰۰۱ء۰$ مکعب سمر کے اضافہ کی ضرورت ہے جو کسی قلی کے سویں طبعی محلول کے ۰۱ء۰ مکعب سمر کے مساوی ہے۔ اسی قدر مقدار کے مزید اضافہ سے محلول ٹھیک قلوی ہو جائیگا۔

مختلف مظہروں کے ساتھ رنگ کی تبدیلی ترشئیت کے پیمانہ کے مختلف مقاموں (یعنی اس کی مختلف قیمتوں) پر واقع ہوتی ہے۔ مندرجۂ ذیل جدول میں بعض معمولی مظہروں کے لیے اس کی تقریبی قیمتیں دی گئی ہیں۔ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ $ص_پ = ۱۰^{-۱۴}$ جو ۲۲° کے لیے صحیح ہے:-

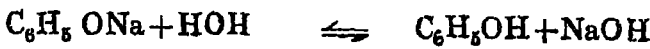
کانگو سرخ، میتھل نارنجی، میتھل سرخ، ایزو لِٹمن، فینول تھیلین، تھائیمول تھیلین

ن H	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
H کی طبعیت	$۱۰^{-۳}$	$۱۰^{-۴}$	$۱۰^{-۵}$	$۱۰^{-۶}$	$۱۰^{-۷}$	$۱۰^{-۸}$	$۱۰^{-۹}$	$۱۰^{-۱۰}$	$۱۰^{-۱۱}$
OH' کی طبعیت	$۱۰^{-۱۱}$	$۱۰^{-۱۰}$	$۱۰^{-۹}$	$۱۰^{-۸}$	$۱۰^{-۷}$	$۱۰^{-۶}$	$۱۰^{-۵}$	$۱۰^{-۴}$	$۱۰^{-۳}$

ترشئی — معدل — قلوی

ہائیڈروجن روان کے ارتکاز یا محلول کی طبعیت کو بلحاظ ہائیڈر ائیون اکثر اس طرح ظاہر کرتے ہیں کہ مقصود ارتکاز کے اظہار کے لیے ۱۰ کی جو منفی قوت بتانی پڑتی ہے اس کی عددی قیمت پیمانہ مان لی جاتی ہے۔ اس کے لیے علامت ن H تجویز ہوئی ہے۔ مثلاً ن H = ۶ سے ہائیڈر ائیون کا $۱۰^{-۶}$ طبعی ارتکاز مراد ہے۔ محلولات جن کی ن H کی قیمت ۷ سے کم ہے ترشئی ہیں اور جن کی ن H کی قیمت ۷ سے زیادہ ہے قلوی ہیں۔

اب ہمارے پاس، بعض طبعی نمکوں کے ترشئی یا قلوی تعامل کی تشریح کے لیے کافی معلومات جمع ہوگئی ہیں ۔عام طور پر یہ کہا جاتا ہے کہ تعدیل سے انحراف کا باعث یہ ہوتا ہے کہ طبعی نمک، پانی کے زیر اثر جُزئی طور پر آزاد تُرشہ اور آزاد اساس میں مفترق ہوجاتے ہیں۔ اس عمل کو ملحی آب پاشیدگی کہتے ہیں اور یہ کاربالک تُرشہ (Carbolic acid) کے سوڈیئم نمک (سوڈیئم فینولیٹ (Sodium phenolate) کی صورت میں ذیل کی انقلاب پذیر مساوات سے تعبیر کیا جاسکتا ہے :۔

$$C_6H_5ONa + HOH \rightleftharpoons C_6H_5OH + NaOH$$

پس ہمیں یہ دریافت کرنا ہے : کیا خالص پانی کی قلیل روانیت اس قابل ہے کہ ملحی محلولات میں "ہائیڈر آئیون" یا "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" اس قدر کافی مقدار میں پیدا کرسکے کہ مظہر ان سے بخوبی متاثر ہوجائیں اور ملحی محلولات میں تُرشوں یا قلوی اشیاء کے دیگر ممتاز خواص نظر آنے لگیں۔

شروع ہی میں یہ بتادینا مناسب ہے کہ ملحی آب پاشیدگی محسوس حد تک صرف اُن نمکوں کے محلولات میں وقوع پذیر ہوتی ہے جو کسی کمزور تُرشہ یا کمزور اساس سے حاصل ہوتے ہیں ۔ طاقتور اساسوں کے ساتھ طاقتور تُرشوں کے اتحاد سے جو نمک بنتے ہیں ان میں ملحی آب پاشیدگی نہیں پائی جاتی۔ طاقتور کثیر اساسی تُرشوں مثلاً آرتھو فاسفورک (Orthophosphoric) تُرشہ کے طبعی نمک، نمایاں طور پر قلوی ہوتے ہیں لیکن اس مثال میں طبعی نمک Na_3PO_4 دراصل بہت کمزور تُرشہ HNa_2PO_4 کا نمک ہوتا ہے۔ اس لیے یہ استثناء محض ظاہری ہے ۔ "آرتھوفاسفورک تُرشہ" کی طاقت کا باعث صرف اس کا پہلا "ہٹاؤ کے قابل" ہائیڈروجن کا جوہر ہے اور جب یہ پہلا جوہر علیحدہ ہوجاتا ہے تو باقی جواہر تقریباً غیر روانیت پذیر ہوتے ہیں۔ اس لیے آب پاشیدی مساوات حسب ذیل ہے :۔

$$Na_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons Na_2HPO_4 + NaOH,$$

جس کے مطابق، کثیر اساسی ترشہ کے بجائے ایک ترشئی نمک صورت پذیر ہوتا ہے۔

کمزور ترشہ کی مثال کے لیے فینول (Phenol) منتخب کیا جا سکتا ہے۔ اس کے لیے ح کی قیمت ۱٫۳ × ۱۰⁻¹⁰ ہے۔ عشر طبعی محلول میں اس کے سوڈیئم نمک پر پانی کا اثر حسب ذیل ہے۔ اس فرضیہ کے مطابق کہ آب پاشیدگی صرف بمقدار قلیل ہوتی ہے اور باقی ماندہ سوڈیئم فینولیٹ (Sodium Phenolate) کامل طور پر روانی ہوتا ہے، روان C_6H_5O' کا ارتکاز تقریباً ۰٫۱ حاصل ہوتا ہے۔ یہ روان "ہائیڈرائیون" $H^{\cdot}$ کے ساتھ، جو محلول میں موجود ہوتا ہے، متعادل ہوتا ہے، اس لیے مساوات

$$\frac{[C_6H_5O'] \times [H^{\cdot}]}{[C_6H_5OH]} = ۱٫۳ \times ۱۰^{-10}$$

صحیح ہونی چاہیے۔ ہم ابھی معلوم کر چکے ہیں کہ $[C_6H_5O']$ تقریباً ۰٫۱ کے مساوی ہے، اس لیے $[H^{\cdot}] = ۱٫۳ \times ۱۰^{-9} [C_6H_5OH]$ چونکہ سوڈیئم نمک کی آب پاشیدگی سے کاوی سوڈا (Caustic soda) اور فینول معادل مقادیر میں بنتے ہیں اور چونکہ کاوی سوڈا کامل طور پر روانی ہوتا ہے درانحالیکہ فینول بالکل روانی نہیں ہوتا اس لیے "ہائیڈر آکسیڈ ائیون" کا ارتکاز آزاد فینول کے ارتکاز کے مساوی گردان کر $[OH'] = [C_6H_5OH]$ لکھ سکتے ہیں۔ اس طور پر، سابقہ رابطہ کے مطابق $[H^{\cdot}] = ۱٫۳ \times ۱۰^{-9} \times [OH']$ اور پانی کے روانات کے تعادل کی رو سے $[H^{\cdot}] \times [OH'] = ۱٫۲ \times ۱۰^{-14}$ ہے۔ ان دونوں مساواتوں سے $[H^{\cdot}]$ کو ساقط کرنے کے بعد $[OH']$ کی قیمت تقریباً ۳ × ۱۰⁻³ حاصل ہوتی ہے۔ یہ ارتکاز قلی کے لیے معمولی مظہروں کی سعت کے اندر واقع ہے اس لیے محلول صاف طور پر قلوی ظاہر ہوگا۔

آب پاشیدگی کی تنظیم کے متعلق ضابطے حسب ذیل طریقہ پر اخذ

کیے جا سکتے ہیں؛ یہ فرض کرکے کہ طاقتور برق پاشیدے بالکلیہ روانی ہو جاتے ہیں اور کمزور ترشے اور اساس اوسٹوالڈ کے کلیۂ ترقیق کے تابع ہوتے ہیں۔ ہم ترشہ کو HA سے اور اساس کو MOH سے تعبیر کرتے ہیں۔ یہ اشیاء محلول میں غیر روانی حالت میں روانات ،M ،A ،H OH اور غیر روانی پانی کے ساتھ موجود ہو سکتے ہیں۔ آخرالذکر تمام محلولات میں اس کثرت کے ساتھ موجود ہوتا ہے کہ اس کی عامل کمیت مستقل تصور کی جا سکتی ہے۔

صورت (۱)۔ ترشہ اور اساس دونوں طاقتور۔ کمیتی عمل کی جو مساوات ہوگی وہ صرف پانی کے لیے ہوگی۔

$$[H^{\cdot}]\times[OH']=\text{م}_\text{پ}$$

کیونکہ دوسری تمام اشیاء بالکلیہ روانی ہو جاتی ہیں۔ برقی تعدّل کے لیے

$$[A']+[OH']=[M^{\cdot}]+[H^{\cdot}]$$

اگر ترشہ اور اساس معادل تناسبوں میں ہوں یعنی اگر نمک طبعی ہو تو

$$[A']=[M^{\cdot}]$$

اور اس لیے

$$[OH']=[H^{\cdot}]$$

یعنی یہ روانات اسی تناسب سے پائے جاتے ہیں جیسا کہ خالص پانی میں۔ محلول معدّل ہے اور کوئی آب پاشیدگی نہیں ہے۔

عملی طور پر طبعی نمکوں، مثلاً سوڈیئم کلورائیڈ یا پوٹاسیئم نائیٹریٹ کا تعامل خفیف ساقلوی پایا جاتا ہے، لیکن عموماً ان کی نسبت بیان کیا جاتا ہے کہ وہ تعدیلی ہوتے ہیں۔

صورت (۲)۔ اساس طاقتور اور ترشہ کمزور۔ کمیتی عمل کی دو مساواتیں ہوتی ہیں:۔

$$\text{م}_{\text{پ}} = [H^{\cdot}] \times [OH']$$

$$\text{م}_{\text{ت}} [HA] = [H^{\cdot}] \times [A']$$

اگر ہم $[H^{\cdot}]$ کو ساقط کر دیں تو

$$\frac{\text{م}_{\text{پ}}}{\text{م}_{\text{ت}}} = \frac{[OH'] \times [HA]}{[A']}$$

$[OH']$ روانی آزاد اساس کے ارتکاز کو تعبیر کرتا ہے اور $[HA]$ آزاد تُرشہ کے ارتکاز کو، جو طاقتور برق پاشیدوں کی موجودگی میں تقریباً بالکلیہ غیر روانی تصور کیا جا سکتا ہے۔ نمک کے ارتکاز کی $[A']$ سے تعبیر ہوتی ہے اس لیے کہ یہ روان عملاً تُرشہ سے ذرا بھی نہیں پیدا ہوتا ہے۔ پس ہم لکھ سکتے ہیں:۔

$$\frac{\text{م}_{\text{پ}}}{\text{م}_{\text{ت}}} = \frac{[\text{آزاد اساس}] \times [\text{آزاد تُرشہ}]}{[\text{نمک}]}$$

یہ مساوات، تُرشہ اور اساس کے تمام تناسبوں کے لیے صحیح واقع ہوتی ہے۔ جب وہ معادل ہوتے ہیں، یعنی جب ہمیں اُن سے مشتق طبعی نمک کے ساتھ سابقہ پڑتا ہے، تو ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\frac{\text{م}_{\text{پ}}}{\text{م}_{\text{ت}}} = \frac{[\text{آب پاشیدہ نمک}]^2}{[\text{غیر آب پاشیدہ نمک}]}$$

یہ ضابطہ اوسٹوالڈ کے ضابطۂ ترقیق کے مشابہ شکل میں ڈھالا جا سکتا ہے۔ یعنی

$$\frac{\text{مپ}}{\text{مت}} = \text{ل} = \frac{\text{ن}^{۲}}{(\text{۱} - \text{ن})\,\text{ح}}$$

جس میں ن' آب پاشیدہ تناسب ہے' ح ترقیق اور ل آب پاشیدگی کا مستقل ہے۔ اگر ہم کو ترشہ کی روانیت کا مستقل معلوم ہے تو ہم ازروئے حساب کسی بھی ترقیق پر آب پاشیدگی کا درجہ دریافت کرسکتے ہیں اور اس کے بالعکس آب پاشیدگی کا حال اگر معلوم ہے تو اسی کے ذریعہ ترشہ کا مستقل روانیت محسوب کرلیا جاسکتا ہے۔

سوڈیئم فینولیٹ (Sodium phenolate) کی صورت میں' ترقیق ح = ۱۰۰ پر ن کی قیمت ۰٫۰۸۸ معلوم کی گئی تھی۔ اس قیمت کے مطابق

$$\text{ل} = \frac{\text{۰٫۰۸۸}^{۲}}{\text{۱۰۰} \times \text{۰٫۹۱۲}} = \text{۰٫۸۵} \times \text{۱۰}^{-۴}$$

حاصل ہوتا ہے' جس کی وساطت سے

$$\text{مت} = \frac{\text{۱٫۲} \times \text{۱۰}^{-۱۴}}{\text{۰٫۸۵} \times \text{۱۰}^{-۴}} = \text{۱٫۴} \times \text{۱۰}^{-۱۰}$$

"فینول" کے افتراقی مستقل کی یہ قیمت' فینول کے محلولات کی موصلیت سے تخمین شدہ قیمت یعنی $\text{۱٫۳} \times \text{۱۰}^{-۱۰}$ کے ساتھ بخوبی موافق ہے۔

پس اگر ہمیں کمزور ترشوں کے قلوی نمکوں کا درجۂ آب پاشیدگی معلوم ہو تو ہم ان کمزور ترشوں کے افتراقی مستقل کی قیمت محسوب کرسکتے ہیں۔

صورت (۳)— طاقتور ترشہ اور کمزور اساس۔ اس صورت کی مساواتیں بعینہٖ صورت (۲) کی مساواتوں کے مشابہ ہیں۔ یعنی

$$[OH'] \times [H^{\cdot}] = \text{مپ}$$

$$[OH'] \times [M^{\cdot}] = \text{م}_{\text{و}}\,[MOH]$$

جس سے $$\frac{[H^{\cdot}]\times[MOH]}{[M^{\cdot}]} = \frac{م_{پ}}{م_{ا}}$$

اور اس لیے $$\frac{\{آزاد ترشہ\}\times\{آزاد اساس\}}{\{نمک\}} = \frac{م_{پ}}{م_{ا}}$$

معادل تناسبوں کے لیے

$$\frac{\{آب پاشیدہ نمک\}^2}{\{غیر آب پاشیدہ نمک\}} = \frac{م_{پ}}{م_{ا}}$$

اور $$\frac{ن^2}{(ا-ن)ح} = ا = \frac{م_{پ}}{م_{ا}}$$

اس ضابطہ کی مثال کے طور پر ہم ۲۵° پر "یوریا ہائیڈرو کلورائیڈ" (Urea hydrochloride) کو لیتے ہیں۔

ح	ن	$ا = \frac{ن^2}{(ا-ن)ح}$
۲	۰٫۶۸۴	۰٫۷۴
۴	۰٫۷۹۱	۰٫۷۵
۵	۰٫۸۲۰	۰٫۷۶
۱۰	۰٫۸۹۳	۰٫۷۵

یہاں آب پاشیدگی کا درجہ زیادہ ہے اور مساوات $ا = \frac{م_{پ}}{م_{ا}}$ سے دیکھا جا سکتا ہے کہ یہاں اساسی مستقل $م_{ا}$ کی قیمت بہت قلیل ہے۔ اگر ہم

حساب کریں تو

$$م_{ا} = \frac{م_{پ}}{ا} = \frac{۱۰^{-۱۴} \times ۱٫۶۲}{۰٫۰۱۷۵} = ۱٫۱۶ \times ۱۰^{-۱۴}$$

یوریا (Urea) کا اساسی مستقل حاصل ہوتا ہے۔

صورت (۴) — ترشہ اور اساس دونوں کمزور۔ کمیتی عمل کی مساواتیں اب حسبِ ذیل ہیں :—

$$[H^{\cdot}] \times [OH'] = م_{پ}$$

$$[H^{\cdot}] \times [A'] = م_{ت} \; [HA]$$

$$[M^{\cdot}] \times [OH'] = م_{ا} \; [MOH]$$

$[H^{\cdot}]$ اور $[OH']$ کو ساقط کرنے سے مساوات

$$\frac{[HA] \times [MOH]}{[M^{\cdot}] \times [A']} = \frac{م_{پ}}{م_{ت} \; م_{ا}}$$ حاصل ہوتی ہے۔

چونکہ ترشہ اور اساس نمک کی موجودگی میں عملاً غیر رواں ہوتے ہیں اور چونکہ نمک کامل طور پر رواں ہوتا ہے، ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\frac{[\text{آزاد اساس}]\,[\text{آزاد ترشہ}]}{[\text{نمک}]^{2}} = \frac{م_{پ}}{م_{ت} \; م_{ا}}$$

ترشہ اور اساس کے تمام تناسبوں کے لیے۔
معادل مقداروں کے لیے اس کی شکل یہ ہو جاتی ہے :

$$\frac{[\text{آب پاشیدہ نمک}]^{2}}{[\text{غیر آب پاشیدہ نمک}]^{2}} = \frac{م_{پ}}{م_{ت} \; م_{ا}}$$

یا $\frac{\text{ن}}{\text{۱-ن}} = \sqrt{\frac{\text{م}_{\text{پ}}}{\text{م}_{\text{ت}}\,\text{م}_{\text{ا}}}}$

یہاں درجۂ آب پاشیدگی، ترقیق کے ساتھ متغیر نہیں ہوتا ہے۔ اس قسم کے نمک کی ایک مثال امونیم ایسیٹیٹ (Ammonium acetate) ہے۔ اس کی مستقل مقادیر کی قیمتیں حسب ذیل ہیں:-

$\text{م}_{\text{ت}} = ۱٫۸ \times ۱۰^{-۵}$

اور $\text{م}_{\text{ا}} = ۲٫۳ \times ۱۰^{-۵}$

بنا بریں $\frac{\text{ن}}{\text{۱-ن}} = \sqrt{\frac{۱٫۲ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱۰^{-۱۰} \times ۱٫۸ \times ۲٫۳}}$

$= ۰٫۰۰۵۴$

بالفاظ دیگر ۲۵°ھ پر "امونیم ایسیٹیٹ" ہر ایک ارتکاز پر تقریباً نصف فی صدی آب پاشیدہ ہوتا ہے۔

چونکہ مساوات $[H^{+}] = \text{م}_{\text{ت}} \cdot \frac{[HA]}{[A^{-}]}$

$= \text{م}_{\text{ت}} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{۱-ن}}$

اس لیے ترشئیت یعنی "ہائیڈر ائیون" کا ارتکاز، اُس صورت میں جب کہ ترشہ اور اساس دونوں کمزور ہوتے ہیں، ترقیق کے ساتھ متغیر نہیں ہوتا کیونکہ ہم ابھی ثابت کر چکے ہیں کہ ان حالات کے تحت میں $\frac{\text{ن}}{\text{۱-ن}}$ ایک مستقل مقدار ہے۔ "امونیم ایسیٹیٹ" کے لیے جملہ ارتکازات پر

$[H^{+}] = ۱٫۸ \times ۱۰^{-۵} \times ۰٫۰۰۵۴$

$= ۰٫۹۷ \times ۱۰^{-۷}$

یہ قیمت تقریباً مطلق تعدیل (Neutrality) کے مساوی ہے اور اس کا باعث جیسا کہ ذیل میں بیان کیا جاتا ہے، ترشئی اور اساسی مستقلوں کا عملی

تسویہ ہے۔

کسی ملحی محلول کے مطلقاً معدل ہونے کی شرائط بہ طریق ذیل معلوم کی جاسکتی ہیں۔ ایسے محلول کے لیے $[OH']=[H^{\cdot}]$ اِس لیے

$$[A']=[M^{\cdot}]$$

اور چونکہ $[HA]+[A']=[MOH]+[M^{\cdot}]$ کے توسط سے

$$[HA]=[MOH]$$

پس

$$\frac{[A']\times[H^{\cdot}]}{[HA]}=\frac{[OH']\times[M^{\cdot}]}{[MOH]}$$

یا

م ت = م ا

بناء بریں کسی نمک کی مطلق تعدیل کی شرط یہ ہے کہ اُس تُرشہ اور اساس کے مستقل، جن سے کہ وہ نمک حاصل ہُوا ہو، مساوی ہوں۔ برعکس اس کے ہم یہ ثابت کرسکتے ہیں کہ اگر تُرشئی اور اساسی مستقل مساوی ہوں تو آب پاشیدگی خواہ کسی درجہ کی ہو، محلول معدّل ہوگا۔

مظہروں (Indicators) کے لحاظ سے ظاہر تعدیل کے حدود کافی وسیع ہیں تاہم یہ کہا جاسکتا ہے کہ کوئی نمک (جو کسی یک ترشئی اساس کے ساتھ کسی یک اساسی تُرشہ کے اتحاد سے حاصل ہُوا ہو) لِتمس کے امتحان سے ہمیشہ معدّل معلوم ہوگا بشرطیکہ اس کی ترشئی اور اساسی ہر دو مستقل مقادیر ۱۰^-۷ سے زیادہ ہوں۔

درجۂ آب پاشیدگی کی تخمین اکثر اوقات قدرے مشکل ہوتی ہے۔ یہ خیال کیا جاسکتا ہے کہ آزاد تُرشہ کا معائرہ (Titration) ایک قلی اور ایک مظہر کے ذریعہ سے کیا جاسکتا ہے لیکن ذرا سا غور کرنے سے

یہ واضح ہو جائیگا کہ ایسا کرنا ناممکن ہے۔ فرض کرو کہ نمک کی آب پاشیدگی ۵ فی صدی تک ہوئی ہے۔ جونہی کہ ترشہ کی یہ ۵ فی صدی مقدار کسی طاقتور اساس سے معتدل ہو جائیگی، نمک کے اس حصہ کی جو ابھی تک تحلیل نہیں ہوا تھا، پانی کے زیر اثر آب پاشیدگی ہو کر ترشہ کی مزید مقدار پیدا ہو جائیگی۔ اگرچہ یہ بھی طاقتور اساس کے اضافہ سے معتدل ہو جائیگی۔ لیکن عمل آب پاشیدگی جاری رہیگا اور محلول اس وقت تک معتدل نہ ہو سکیگا جب تک کہ ترشہ کی کل مقدار جو ابتدائً کمزور اساس کے ساتھ متحد تھی اس طاقتور اساس کے ساتھ جس سے کہ ہم محلول کا معائرہ کر رہے ہیں، متحد نہ ہو جائیگی۔ اینیلین ہائیڈرو کلورائیڈ (Aniline hydrochloride) کا سلوک بوجہ اس کی مسلسل آب پاشیدگی کے، کاوی قلی (Caustic alkali) اور فینول تھیلین (Phenol phthalein) کے اعتبار سے، بالکل ہائیڈرو کلورک (Hydrochloric) ترشہ کے محلول کے سلوک کے مشابہ ہے۔

پس درجۂ آب پاشیدگی کی تخمین کے لیے کوئی ایسا طریق کار اختیار کرنا چاہیے جو آب پاشیدی تعادل میں مخل انداز نہ ہو۔ مناظری اور دیگر طبیعی خواص کی پیمائش ونیز تعاملی رفتار کے طریقے، اس بارے میں کامیابی کے ساتھ استعمال کیے جا چکے ہیں۔ مثلاً "میتھل ایسیٹیٹ" کے حملان، یا گنے کی شکر کے معاکسہ کی شرح کی تخمین کرنے سے، ہم تقریبی طور پر معلوم کر سکتے ہیں کہ "اینیلین ہائیڈرو کلورائیڈ" یا "یوریا ہائیڈرو کلورائیڈ" کے محلول میں کس قدر آزاد "ہائیڈرو کلورک ترشہ" موجود ہے (دیکھو صفحہ ۱۴۳ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔ "میتھل ایسیٹیٹ" کے حملان کے لیے رفتاری مستقل، محلول میں آزاد ہائیڈرو کلورک ترشہ" کے ارتکاز کے تقریباً متناسب ہوتا ہے، اس لیے مقدم الذکر کی تخمین سے ترشہ کی مقدار معلوم ہو جاتی ہے۔ علیٰ ہذا القیاس ہم اس شرح کی تخمین سے، جس کے مطابق "سوڈیئم کاربونیٹ" کا کوئی محلول، "ایتھل ایسیٹیٹ" (Ethyl acetate) کی تصبینی تحویل کرتا ہے، محلول میں آزاد کاوی سوڈے کی مقدار معلوم کر سکتے ہیں کیونکہ تصبینی تحویل کی ابتدائی شرح محلول میں

آزاد قلی کی مقدار کے متناسب ہوتی ہے۔

ان رفتاری طریقوں کے علاوہ، دیگر طریقے جو حل پذیری پر منحصر ہیں، استعمال کیے جا سکتے ہیں۔ مثلاً "فینول" (Phenol) پانی میں بہت تھوڑی مقدار میں حل ہوتا ہے۔ لیکن کاوی سوڈے کے ہلکے محلول میں اس کی حل پذیری بہت زیادہ ہو جاتی ہے۔ اگر ہم نے یہ فرض کیا کہ فینول کی حل پذیری پانی اور ہلکے محلولات میں ایک ہی رہتی ہے اور حل پذیری کی زیادتی کا باعث تمام تر "سوڈیئم فینولیٹ" (Sodium phenolate) کا بننا ہے، تو محلول میں، فینول، فینولیٹ اور سوڈیئم ہائیڈر آکسائیڈ کی مقادیر کا معلوم کرنا ممکن ہے اور اس طرح فینول کا آبشیدگی مستقل تخمین کیا جا سکتا ہے۔ اس قسم کا ایک اور طریقہ جو دو محللوں کے درمیان انقسام کی شرح پر مبنی ہے، اسی غرض کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

کسی خاص محلول میں، نمک کی آب پاشیدہ مقدار، تپش کے ساتھ کافی زیادہ متغیر ہو سکتی ہے۔ عام طور پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ روانیت کی تپشی شرح کم ہوتی ہے۔ اور بعض اوقات مثبت اور بعض اوقات منفی ہو سکتی ہے۔ چونکہ آب پاشیدگی مستقل، کسی کمزور ترشہ اور طاقتور اساس کے لیے، مرپ کے تابع ہوتا ہے، اس لیے اگر م تقریباً مستقل ہو تو آب پاشیدگی پر (کم درجہ کی آب پاشیدگی کے لیے) تپش کا اثر، پانی کی روانیت پر تپش کے اثر کے تقریباً متناسب ہوتا ہے۔ اب امر واقعہ یہ ہے کہ ترقی تپش سے پانی کی روانیت بہت زیادہ بڑھ جاتی ہے، ۵۰°م پر روانی مقدار کا تناسب، ۰°م پر کے تناسب کی بہ نسبت ۷ گنا زیادہ اور ۲۵°م پر کے تناسب سے ۵ء۲ گنا زیادہ ہوتا ہے۔ ۱۰۰°م پر روانی مقدار، ۲۵°م پر کی مقدار کی بہ نسبت تقریباً ۷ گنا زیادہ ہوتی ہے۔

صفحہ ۱۸۴ طبیعی کیمیا حصۂ دوم پر ہم معلوم کر چکے ہیں کہ ۲۵°م پر "امونیئم ایسیٹیٹ" (Ammonium acetate) کی تقریباً ۵ء۰ فی صدی مقدار آب پاشیدہ ہوتی ہے۔ اس مفروضہ کے مطابق کہ اس حالت میں

مِ‌ا اور مِ‌ب پر تپش کا اثر بہت کم ہوتا ہے، ۱۰۰ْم پر آب پاشیدگی کا درجہ ۷ × ۵ ،۰۱ = ۳٫۱۵ فیصدی ہونا چاہیے۔ تجربی نتائج — طبعی محلول میں ۲٫۳ فی صدی اور ۰٫۰۲ طبعی محلول میں ۴٫۱ فیصدی — اس محسوبہ قیمت سے تقریباً موافق ہیں۔

متعدد بہت کمزور نامیاتی ترشوں اور اساسوں، بالخصوص موخرالذکر کی روانی مستقل مقادیر کی تپشی شرحیں، پانی کی شرح کے تقریباً مساوی ہوتی ہیں۔ اگر وہ بالکل مساوی ہوں تو $\frac{ک_ب}{ک_ا}$ کی قیمت تپش کے ساتھ متغیر نہ ہوگی، اس لیے درجۂ آب پاشیدگی پر بھی تغیرِ تپش کا بالکل کچھ اثر نہ ہوگا۔ واقعی طور پر بھی ایسا ہی ہوتا ہے مثلاً "یوریا ہائیڈروکلورائیڈ" کی آب پاشیدگی ۲۵ْم اور ۴۰ْم پر تقریباً ایک ہی ہوتی ہے۔

ذیل کی فہرست میں ۲۵ْم پر چند کمزور ترشوں اور اساسوں کے عشرِ طبعی ملحی محلولات کا، فی صدی درجۂ آب پاشیدگی درج ہے:-

کمزور ترشوں کے نمک

پوٹاسیئم فینولیٹ	(Potassium phenolate)	۳٫۱
پوٹاسیئم اسائیانائیڈ	(Potassium cyanide)	۱٫۱
بورکیس (سوہاگا)	(Borax)	۰٫۵
سوڈیئم ایسیٹیٹ	(Sodium acetate)	۰٫۰۱

کمزور اساسوں کے نمک

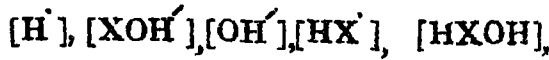
اینیلین ہائیڈروکلورائیڈ	(Aniline hydrochloride)	۱٫۴
پی۔ٹولوئیڈین	(*P-Toluidine*)	۰٫۹
او۔ٹولوئیڈین	(*O-Toluidine*)	۱٫۸
یوریا	(Urea)	۸۹٫۳

ایلومینیئم کلورائیڈ (Aluminium chloride) کی آب پاشیدگی اسی درجہ کی ہوتی ہے جیسے کہ "اینیلین (Aniline) کی"۔ ایلومینیئم ہائیڈرآکسائیڈ جیسے غیر حل پذیر اساس یا ایک غیر حل پذیر اساسی نمک کا بحالتِ محلول

موجود ہونا، بادی النظر میں انوکھا اور ناقابلِ توجیہ معلوم ہوتا ہے۔ لیکن جب ہم ایسی اشیاء کے لسونتی محلولات بنانے کے رجحان کی طرف نظر دوڑاتے ہیں تو مشکل حل ہو جاتی ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ غیر حل پذیر کمزور اساسوں کے نمکوں کے آبی محلولات میں مظہرِ ٹنڈل (Tyndall) مشاہدہ کیا جاتا ہے جس سے یہ امر ثابت ہوتا ہے کہ ایسے محلولات درحقیقت متجانس الاجزاء نہیں ہوتے بلکہ لسونتی محلول میں ایک غیر حل پذیر شئے پر مشتمل ہوتے ہیں (صفحہ ۱ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔

ایک دلچسپ قسم کی اشیاء، جو دو رُخے برق پاشیدے (Amphoteric electrolytes) کہلاتی ہیں، ترشوں اور اساسوں، دونوں کی طرح عمل کرنے کی قابلیت رکھتی ہیں۔ ان کی ایک سادہ مثال "گلائی سین" (Glycine) یا "امینو ایسیٹک ترشہ" $NH_2.CH_2.COOH$. (Amino-acetic acid) ہے۔ گروہ NH_2 کے طفیل یہ مرکب ایک اساس کی طرح عمل کر سکتا اور زیادہ طاقتور ترشوں کے ساتھ نمک بنا سکتا ہے۔ برعکس اس کے گروہ COOH کے طفیل یہ ایک ترشہ کی طرح عمل کر سکتا اور زیادہ طاقتور اساسوں کے ساتھ نمک بنا سکتا ہے۔ اس کے آبی محلول میں ہم یہ خیال کر سکتے ہیں کہ "ہائیڈر آیون" اور "ہائیڈر آکسیڈ آیون" دونوں پیدا ہوتے ہیں یعنی یہ ترشہ اور اساس دونوں کی طرح روانی ہوتا ہے۔ لیکن جملہ آبی محلولات میں "ہائیڈر آیون" اور "ہائیڈر آکسیڈ آیون" کے ارتکازات کا حاصلِ ضرب مستقل اور ۲۵° ھ پر 1.2×10^{-14} کے مساوی ہونا چاہیے۔ اس واقعہ سے ہمیں پانی میں دو رُخی اشیاء کے غیر طبعی سلوک کی توجیہ حاصل ہوتی ہے۔

طاقتور اساسوں اور طاقتور ترشوں کے ساتھ دو رُخی اشیاء کے نمکوں کے اوپر اُن آب پاشیدی طریقوں کے اطلاق سے جو صفحہ ۱۸۰ طبیعی کیمیا حصہ دوم پر مذکور ہیں، اِن کے ترشئی مستقل م ت اور اساسی مستقل م ا کی قیمت کا حساب کرنا ممکن ہے۔ فرض کرو کہ ایک دو رُخہ برق پاشیدہ HXOH، جو بطور ترشہ مستقل م ت کے ساتھ ·H اور ´XOH میں روانی ہوتا ہے اور بطور اساس، مستقل م ا کے ساتھ ·HX اور ´OH میں روانی ہوتا ہے،

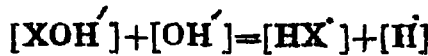
پانی میں حل ہے - اگر بحالتِ تعادل، محلول میں مختلف اصناف کے سالمات کے ارتکازات حسب ذیل ہوں

$$[H^{\cdot}], [XOH'], [OH'], [HX^{\cdot}], [HXOH],$$

اور اگر ع معلومہ مجموعی ارتکاز ہو تو

$$ع = [HXOH]+[HX^{\cdot}]+[XOH']$$

برقی تعدیل کے لیے

$$[XOH']+[OH']=[HX^{\cdot}]+[H^{\cdot}]$$

$$م_پ = [OH']+[H^{\cdot}]$$

$$م_ت = \frac{[H^{\cdot}]\times[XOH']}{[HXOH]}$$

$$م_و = \frac{[OH']\times[HX^{\cdot}]}{[HXOH]}$$

یعنی ہمارے پاس پانچ مجہول مقادیر کی تخمین کے لیے پانچ مساواتیں ہیں - بناءبریں روانی ارتکازات اور غیر روانی شئے (جسے یہاں کامل طور پر آبیدہ (Hydrated) ظاہر کیا گیا ہے) کے مجموعی ارتکاز کی قیمتیں محسوب

کی جا سکتی ہیں۔[1]

اِن مساواتوں سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ جب تک کسی دو رُخے برق باشیدے کے مستقلوں میں سے ایک بہت چھوٹا نہ ہو جائے، وہ اوسٹوالڈ کے ترقیقی کُلیے کے تابع نہیں ہو سکتا۔ کسی معمولی تُرشہ کے لیے

$$[HX]\ م_ت = [\dot{H}]^2 = [X'] \times [\dot{H}]$$

ہوتا ہے لیکن کسی دو رُخے تُرشے کے لیے یعنی ایک ایسے تُرشہ کے لیے جس کا تُرشئی مستقل، اساسی مستقل کی بہ نسبت کئی گنا بڑا ہوتا ہے،

$$\frac{[HXOH]\ م_ت}{[HXOH]\frac{م_ر}{م_{ب}}+1} = [\dot{H}]^2$$

اگر اس جملہ میں م_ر بہت ہی چھوٹا ہو تو یہ جملہ بعینہٖ بسیط برق باشیدہ کا جملہ بن جاتا ہے۔ برعکس اس کے اگر بمقابلہ اِکائی م_ر [HXOH] بہت چھوٹا نہ ہو، تو [H] کی قیمت، جس پر برقی موصلیت زیادہ تر منحصر ہوتی ہے، مساوی تُرشئی مستقل والے بسیط برق باشیدہ کی قیمت سے مختلف ہوتی ہے اور یہ اختلاف [HXOH] کے تغیر کے باعث مختلف ترقیقوں پر مختلف درجہ کا ہوتا ہے، اِس لیے بسیط ترقیقی

---

[1] کسی دو رُخے برق باشیدے مثلاً گلائیسین (Glycine) غیر موصل عنصر یا کلیا آبیدہ $HOOC\ CH_2.NH_3\,OH$ ہو سکتا ہے یا غیر آبیدہ، ساتھ کھُلے سلسلے کی ساخت $HOOC.CH_2.NH_2$ بند سلسلہ کی ساخت $\overline{OOC.CH_2}.NH_3$ کے۔ یا تعدیلی دو غلے روان $\overline{O}OC.CH_2.\overset{+}{N}H_3$۔ چونکہ یہ تمام تشکلیں ایک دوسرے کے ساتھ پانی کے محلول میں ایک سالمی توازن میں ہوتی ہیں، ہر ایک حصہ تمام حالتوں میں مجموعی غیر موصل حصہ کی ایک مقررہ اور معین کسر ہوگا۔ بدیں وجہ ان کے اور روانات کے مابین توازن کے لیے جو کیمیتی عمل کی مساواتیں ہیں وہ ان میں کسی طرح کا کوئی امتیاز نہیں کرتی ہیں۔ پانی کے محلول میں وہ جن تناسبوں میں واقعی طور پر موجود ہو سکتے ہیں ان کی تعیین دوسرے ذرائع سے ہونی چاہیے۔

کلیہ کی بالالتزام متابعت نہیں ہو سکتی۔ "امینو ترشوں" (Amino-acids) کی صورت میں یہ اختلاف ایک عرصہ سے معلوم ہے۔ اس کی ایک مثال "انتھرانیلک (Anthranilic) ترشہ" $o-C_6H_4(NH_2)(COOH)$ ہے جس کا سلوک اکثر حالات میں ایک معمولی ترشہ کا سا ہے کیونکہ اس کے لیے ترشئی مستقل (م_ت = ۸٫۲ × ۱۰^{-۶})، اساسی مستقل (م = ۲ × ۱۰^{-۱۲}) کی بہ نسبت بہت بڑا ہوتا ہے۔ تاہم یہ نسبتہً قلیل اساسی مستقل، برقی موصلیت پر ایک نمایاں درجہ تک اثر ڈالنے کے لیے کافی ہے۔ ایسے دو رُخے ترشہ کے محلول میں روان HX ونیز روان H کی ایک معین مقدار ہمیشہ موجود ہوتی ہے اور زیادہ مرتکز محلولات میں یہ مقدار زیادہ ہوتی جاتی ہے۔ خلاصہ مطلب یہ ہے کہ ایسی شئے نہ صرف ایک ترشہ کی حیثیت سے بلکہ ایک قسم کے اندرونی (Internal) نمک کی حیثیت سے بھی روانی ہوتی ہے اور اساسی حصّہ ترشئی حصّہ کو معدّل کر دیتا ہے۔ اساسی مستقل م_ا اور ترشئی مستقل م_ت کا اختلاف جتنا کم ہوتا ہے، اس قسم کی روانیت کا درجہ اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔ جب کسی دو رُخے برق پاشیدے کی صورت میں م_ا اور م_ت مساوی ہوتے ہیں تو وہ شئے معدّل ہوتی ہے یعنی روانات H اور OH کے ارتکازات بجنسہ وُہی ہوتے ہیں جو کہ خالص پانی میں ہوتے ہیں۔ لیکن اس تعدیل کے باوجود، اس شئے کے محلول کا سلوک اندرونی نمک کے طور پر روانی ہونے کے باعث برق پاشیدوں جیسا ہوگا اور اس میں دُوسرے ترشوں کے ساتھ ایک اساس کی طرح اور دُوسرے اساسوں کے ساتھ ایک ترشہ کی طرح عمل کرنے کی قابلیت ہوگی۔ ایسا معدّل دو رُخہ برق پاشیدہ ایک معدل نمک سے یوں مختلف ہوگا کہ اس کا درجۂ روانیت (اور بنا بریں اس کی سالی موصلیت) تمام ترقیقوں کے لیے ایک ہی ہوگا، اور اس کی واقعی قیمت، مستقل مقادیر م_ا اور م_ت کی قیمتوں پر منحصر ہوگی۔

ملحی برق پاشیدگی کا نظریہ ابتداءً آرھینیوس[1] نے اپنے ایک مضمون مطبوعہ Zeitschrift für physikalische chemie (سنہ ۱۸۹۰ء) ع ۵ صفحہ ۱۶ میں بیان کیا تھا۔

جے واکر اور جے کے وڈ[2]:۔ "یوریا ہائیڈرو کلورائیڈ کی آب پاشیدگی" Journal chemical society (سنہ ۱۹۰۳ء) ع ۸۳ صفحہ ۴۸۴۔

آر۔سی۔ فارمر :۔ "آب پاشیدی افتراق کی تخمین" مطبوعہ ایضاً (سنہ ۱۹۰۱ء) ع ۷۹ صفحہ ۸۶۳ و نیز ایضاً (سنہ ۱۹۰۴ء) ع ۸۵ صفحہ ۱۴۱۳۔

جے واکر :۔ "دورُخے برق پاشیدوں کا نظریہ" Proceedings Royal Society (سنہ ۱۹۰۴ء) ع ۷۳ صفحہ ۱۵۵ و (سنہ ۱۹۰۴ء) ع ۷۴ صفحہ ۲۷۱۔

---

[1] Arrhenius

[2] J. Walker and J. K. Wood

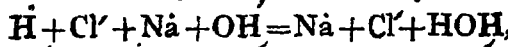
باب بست و نہم

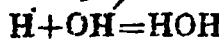
نظریۂ افتراق کا استعمال

متعدد عام کیمیائی اعمال، نظریۂ افتراق کے زاویۂ نگاہ سے دیکھے جانے پر، معمول سے بہت مختلف نظر آتے ہیں۔ طاقتور اساسوں کے ہلکے محلولات کے ذریعہ سے، طاقتور ترشوں کی تعدیل ایک صنفی مثال ہے۔ اگر ترشۂ ہائیڈروکلورک (Hydrochloric) ترشہ اور اساس "سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ" (Sodium hydroxide) ہو تو ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے :-

$$HCl+Na\ OH=NaCl+HOH.$$

نظریۂ افتراق کے مطابق، پانی کے سوائے اس تعامل میں حصہ لینے والی جملہ اشیاء، آبی محلول میں بخوبی روانی ہوتی ہیں۔ بس اگر مساوات میں روانات درج کیے جائیں تو ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے:-

$$\dot{H}+Cl'+\dot{Na}+OH'=\dot{Na}+Cl'+HOH,$$

اگر اس مساوات کے دونوں جانب مشترک روانات حذف کر دیے جائیں تو

$$\dot{H}+OH'=HOH$$

باقی رہ جاتا ہے۔ اس طور پہ کسی طاقتور اساس کے ذریعہ سے کسی طاقتور ترشہ

کی تعدیل کی تعبیر یہ ہے کہ "ہائیڈر آئیون" H˙ (Hydrion) اور ہائیڈر آکسیڈ آئیون OH′ (Hydroxidion) کے اتحاد سے پانی صورت پذیر ہوتا ہے۔ جب تک اساس، تُرشہ یا نمک کامل طور پر روانی ہوتے ہیں، ان کی ماہیت سے تعدیل کے کیمیائی عمل کی نوعیت پر بالکل کچھ اثر نہیں پڑتا۔ یہ نظری نتیجہ، متعدد تجربی امور کے عین مطابق ہے۔ مثلاً کسی طاقتور اساس کے ایک معادل کے ذریعہ سے، کسی طاقتور تُرشہ کی متناظر مقدار کی حرارتِ تعدیل تقریباً ۱۳۷۰۰ حرارے ہوتی ہے جیسا کہ ذیل کی فہرست سے عیاں ہے۔ یہاں کاوی سوڈا (Caustic Soda) بطور اساس استعمال کیا گیا تھا۔

نام تُرشہ		حرارتِ تعدیل (حراروں میں)
ہائیڈروکلورک	(Hyrochloric)	۱۳۷۰۰
ہائیڈروبرومک	(Hydrobromic)	۱۳۷۰۰
ہائیڈرآئیوڈک	(Hydriodic)	۱۳۷۰۰
کلورک	(Chloric)	۱۳۸۰۰
برومک	(Bromic)	۱۳۸۰۰
آئیوڈک	(Iodic)	۱۳۸۰۰
نائیٹرک	(Nitric)	۱۳۷۰۰

"ہائیڈروکلورک تُرشہ" کے ایک معادل کے ذریعہ سے، مختلف اساسوں کی حرارتِ تعدیل کی مشابہ فہرست سے عیاں ہے کہ جب تک اساس کامل طور پر روانی ہوتی ہے، حرارتِ تعدیل، اساس کی نوعیت پر منحصر نہیں ہوتی:-

نام اساس		حرارتِ تعدیل (حراروں میں)
لیتھیم ہائیڈر آکسائیڈ	(Lithium hydroxide)	۱۳۸۰۰
سوڈیئم "	(Sodium hydroxide)	۱۳۷۰۰
پوٹاسیئم "	(Potassium hydroxide)	۱۳۷۰۰
تھیلیئم "	(Thallium hydroxide)	۱۳۸۰۰

نام اساس		حرارتِ تعدیل (حراروں میں)
بیریئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Barium hydroxide)	۱۳۹۰۰
سٹرانشیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Strontium hydroxide)	۱۳۸۰۰
کیلسیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Calcium hydroxide)	۱۳۹۰۰
ٹیٹرا میتھل اَمونیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Tetra methyl ammonium hydroxide)	۱۳۷۰۰

کمزور تُرشوں اور کمزور اساسوں کی صورت میں حرارتِ تعدیل' بجُربی روانی اشیاء کے لیے مذکورۂ بالا اوسط قیمت سے بہت زیادہ مختلف ہوتی ہے۔ "سوڈیئم ہائیڈر آکسائیڈ" کے ذریعہ سے چند نسبتاً کم روانی تُرشوں کی حرارتِ تعدیل ذیل کی فہرست میں درج ہے۔ یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ تُرشے اتنے کمزور نہیں ہیں کہ آبی محلول میں ان کے سوڈیئم نمکوں کی صریحاً آب پاشیدگی ہوتی ہو۔

نام تُرشہ		حرارتِ تعدیل (حراروں میں)
میٹا فاسفورک تُرشہ	(Metaphosphoric acid)	۱۴۳۰۰
ہائیپو فاسفورس تُرشہ	(Hypophosphorous acid)	۱۵۱۰۰
ہائیڈرو فلورک تُرشہ	(Hydrofluoric acid)	۱۶۳۰۰
ایسیٹک تُرشہ	(Acetic acid)	۱۳۴۰۰
مانو کلور ایسیٹک تُرشہ	(Monochloracetic acid)	۱۴۳۰۰
ڈائی کلور ایسیٹک تُرشہ	(Dichloracetic acid)	۱۴۸۰۰

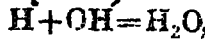
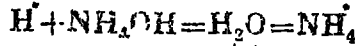
ہائیڈرو کلورک تُرشہ کے ذریعہ سے چند کمزور اساسوں کی تعدیل کے لیے متناظر اعداد حسبِ ذیل ہیں :-

نام اساس		حرارتِ تعدیل (حراروں میں)
اَمونیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Ammonium hydroxide)	۱۲۲۰۰
میتھل اَمونیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Methylammonium hydroxide)	۱۳۱۰۰
ڈائی میتھل اَمونیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Dimethyl ammonium hydroxide)	۱۱۸۰۰
ٹرائی میتھل اَمونیئم ہائیڈر آکسائیڈ	(Trimethylammonium hydroxide)	۸۷۰۰

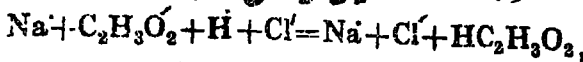
اِس اختلاف کی تشریح آسان ہے۔ ترقیق زیرِ بحث پر "امونیم ہائیڈر آکسائیڈ" بہت کم روانی ہوتا ہے" اس لیے کیمیائی عمل صرف

$$H^{\cdot}+OH'=H_2O,$$

نہیں ہوتا بلکہ

$$H^{\cdot}+NH_4OH=H_2O=NH_4^{\cdot}$$

ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ "طبعی" حرارتِ تعدیل میں سے "NH_4OH" کو روانات $NH_4^{\cdot}$ اور OH' میں تحلیل کرنے کے لیے مکتفی مقدارِ حرارت مہیا کرنی لازم ہے۔ ترشوں اور اساسوں کے لیے روانی افتراق کی حرارت، عام طور پر زیادہ نہیں ہے، اس لیے جمہور حالات میں کمزور ترشوں اور اساسوں کی حرارتِ تعدیل بھی، طاقتور ترشوں اور اساسوں کی اوسط حرارتِ تعدیل ۱۳۷۰۰ حرارے، سے چنداں زیادہ مختلف نہیں ہے۔ یہ اختلاف، روانی افتراق سے حرارت کے جذب ہونے یا خارج ہونے کے مطابق، منفی یا مثبت ہو سکتا ہے۔

جب ترشے اور اساس اس قدر کمزور ہوتے ہیں کہ ان کے نمک آبی محلول میں ایک بڑی حد تک آب پاشیدگی کے طور پر متفرق ہوتے ہیں یعنی آزاد ترشہ اور اساس میں تحلیل ہو جاتے ہیں تو ان کی حرارتِ تعدیل بہت قلیل ہوتی ہے۔ اس کا باعث یہ ہے کہ تعدیل غیر مکمل ہوتی ہے" آزاد "ہائیڈرائیون" یا "ہائیڈر آکسیڈ آئیون" محلول میں باقی رہتا ہے۔

اب ہم طاقتور ترشہ کے ذریعہ سے کسی کمزور ترشہ کے نمکوں میں سے کمزور ترشہ کے ہٹاؤ پر نظریۂ افتراق کی روشنی میں نگاہ ڈالتے ہیں۔ ایسے تعامل کی نمایاں تمثیل روایت کے خلاف کمزور ترشہ کی مزاحمت ہے۔ مثلاً اگر نمک "سوڈیئم ایسیٹیٹ" ہو اور طاقتور ترشہ "ہائیڈروکلورک ترشہ" ہو تو مروجہ مساوات ذیل کی شکل اختیار کرتی ہے:۔

$$Na^{\cdot}+C_2H_3O_2'+H^{\cdot}+Cl'=Na^{\cdot}+Cl'+HC_2H_3O_2,$$

یعنی

$$C_2H_3O_2'+H^{\cdot}=HC_2H_3O_2.$$

عمل دراصل "ہائیڈرو ایون" اور "ایسیٹیٹ ایون" (Acetate ion)
کا اتحاد ہے اور بشرطیکہ "ایسیٹیٹ" اور طاقتور ترشہ، تفریق زیر بحث پر تقریباً کامل
طور پر روانی ہوا، یہ عمل ان کی ماہیت پر بالکل منحصر نہیں ہوتا۔ اسی طرح
کسی اعلیٰ طور پر روانی اساس کے ذریعہ سے کسی کمزور اساس کے نمکوں میں سے
کمزور اساس کا ہٹاؤ، دراصل کسی مثبت روان اور "ہائیڈرآکسیڈ ایون" کے
اتحاد پر مشتمل ہوتا ہے، مثلاً

$$NH_4^{\cdot}+Cl' +Na^{\cdot}+OH' =Na^{\cdot}+Cl'+NH_4OH$$

یعنی

$$NH_4^{\cdot}+OH' =NH_4OH.$$

کسی آب آمیز اور بخوبی مفترق ترشہ میں کسی **دھات کا حل ہونا**
زیادہ تر ہائیڈروجن سے دھات تک ایک مثبت برقی بار کا منتقل ہونا ہے:
مثلاً اگر دھات جست ہو اور بخوبی مفترق ترشہ ہائیڈروکلورک ترشہ ہو تو

$$Zn+2H^{\cdot}+2Cl'=Zn^{\cdot\cdot}+2Cl'+H_2,$$

یعنی

$$Zn+2H^{\cdot}=Zn^{\cdot\cdot}+H_2.$$

اسی طرح "کلورین" (Chlorine) کے ذریعہ سے کسی حل پذیر
"برومائیڈ" (Bromide) میں سے برومین (Bromine) کا ہٹاؤ
زیادہ تر "برومین" سے "کلورین" تک ایک برقی بار کا انتقال ہے:—

$$Cl_2+2K^{\cdot}+2Br'=Br_2+2K^{\cdot}+2Cl',$$

یعنی

$$Cl_2+2Br'=Br_2+2Cl'.$$

جب دو بخوبی مفترق نمک، بحالت محلول باہمدیگر ملائے جاتے
ہیں تو تحلیل ثنائی کے لیے ذیل کی روانی مساوات حاصل ہوتی ہے:—

$$\underbrace{Na^{\cdot}+Cl'}+\underbrace{K^{\cdot}+Br'}=\underbrace{Na^{\cdot}+Br'}+\underbrace{K^{\cdot}+Cl'}.$$

اس مساوات کے دونوں بازو ایک ہی ہیں یعنی کوئی کیمیائی تغیر وقوع پذیر
نہیں ہوا۔ یہ حالت اسی وقت تک ہوتی ہے جب تک کہ جملہ اشیاء محلول
میں موجود رہتی ہیں۔ اگر محلول کو منجمد کیا جائے تو سب سے کم حل پذیر نمک

بالعموم سب سے پہلے مطروح ہوتا ہے۔

اسی کے مشابہ مساوات، حاصل ہوتی ہے جبکہ کسی طاقتور ترشہ کے نمک پر، کسی دوسرے طاقتور ترشہ کا عمل ہوتا ہے۔ مثلاً:۔

$$\dot{H}+Cl'+\dot{K}+Br'=\dot{H}+Br'+\dot{K}+Cl'$$

یہاں بھی مساوات کے دونوں جانب ایک ہی ہیں یعنی کوئی کیمیائی تغیر وقوع پذیر نہیں ہوا۔ اس حالت میں بالعموم یہ کہا جاتا ہے کہ اساس، ہر دو ترشوں کے درمیان بقدر مساوی منقسم ہوگئی ہے لیکن مساواتِ بالا سے عیاں ہے کہ روانات، حالات کے مطابق ہر ایک طریقہ سے متحد ہونے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ اگر ایک ترشہ، دوسرے کی بہ نسبت زیادہ کمزور ہو تو اس کی زیادہ مقدار غیر روانی حالت میں ہوگی۔ اس حالت میں کہا جاتا ہے کہ دوسرے ترشہ نے اساس کا بیشتر حصہ لیا ہے۔

امثلۂ بالا سے صاف ظاہر ہے کہ روانی مساواتیں، تمام کیمیائی مساواتوں کی بہ نسبت زیادہ عمومی نوعیت کی ہوتی ہیں اور بسا اوقات، ان کے توسط سے ایک ہی صنف کے متعدد اعمال (مثلاً تعدیل، اور زیادہ طاقتور ترشہ یا اساس کے ذریعہ سے کمزور ترشہ یا اساس کے ہٹاؤ) کا مشترک جزو اصلی نمایاں ہو جاتا ہے۔

دھاتی اور ترشئی اصلیوں کے امتحان کے لیے مستعمل اعمال، تقریباً ہمیشہ روانات کے تعامل ہوتے ہیں، بناء بریں ہمارے عام کیمیائی امتحان، روانات کے امتحان ہوتے ہیں۔ مثلاً "ہائیڈروجن سلفائیڈ" (Hydrogen Sulphide) کے ساتھ، تانبے سے ایک سیاہ رسوب حاصل ہوتا ہے لیکن یہ رسوب تمام حالات کے تحت حاصل نہیں ہوتا۔ جب تک وہ تانبا، جس کا امتحان مقصود ہوتا ہے، روان (Ion) کی شکل میں بحیثیت $\dot{Cu}$ یا $\ddot{Cu}$ موجود ہوتا ہے، محلول میں سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن کے گزارنے سے سیاہ رسوب حاصل ہوتا ہے۔ لیکن جب تانبا، تانبے کا آئیون

عمل دراصل "ہائیڈر ایون" اور "ایسیٹیٹ ایون" (Acetate ion) کا اتحاد ہے اور بشرطیکہ "ایسیٹیٹ" اور طاقتور ترشہ ترقیق زیر بحث پر تقریباً کامل طور پر روانی ہوں، یہ عمل ان کی ماہیت پر بالکل منحصر نہیں ہوتا۔ اسی طرح کسی اعلیٰ طور پر روانی اساس کے ذریعہ سے کسی کمزور اساس کے نمکوں میں سے کمزور اساس کا ہٹاؤ، دراصل کسی مثبت روان اور "ہائیڈر آکسیڈ آیون" کے اتحاد پر مشتمل ہوتا ہے، مثلاً

$$NH_4^{\cdot}+Cl'+Na^{\cdot}+OH'=Na^{\cdot}+Cl'+NH_4OH$$

یعنی

$$NH_4^{\cdot}+OH'=NH_4OH.$$

کسی آب آمیز اور بخوبی مفترق ترشہ میں کسی **دھات کا حل ہونا** زیادہ تر ہائیڈروجن سے دھات تک ایک مثبت برقی بار کا منتقل ہونا ہے:
مثلاً اگر دھات جست ہو اور بخوبی مفترق ترشہ ہائیڈروکلورک ترشہ ہو تو

$$Zn+2H^{\cdot}+2Cl'=Zn^{\cdot\cdot}+2Cl'+H_2,$$

یعنی

$$Zn+2H^{\cdot}=Zn^{\cdot\cdot}+H_2.$$

اسی طرح "کلورین" (Chlorine) کے ذریعہ سے کسی حل پذیر "برومائیڈ" (Bromide) میں سے برومین (Bromine) کا ہٹاؤ زیادہ تر "برومین" سے "کلورین" تک ایک برقی بار کا انتقال ہے:—

$$Cl_2+2K^{\cdot}+2Br'=Br_2+2K^{\cdot}+2Cl',$$

یعنی

$$Cl_2+2Br'=Br_2+2Cl'.$$

جب دو بخوبی مفترق نمک، بحالت محلول باہمدیگر ملائے جاتے ہیں تو تحلیل ثنائی کے لیے ذیل کی روانی مساوات حاصل ہوتی ہے:—

$$\underbrace{Na^{\cdot}+Cl'}+\underbrace{K^{\cdot}+Br'}=\underbrace{Na^{\cdot}+Br'}+\underbrace{K^{\cdot}+Cl'}.$$

اس مساوات کے دونوں بازو ایک ہی ہیں یعنی کوئی کیمیائی تغیر وقوع پذیر نہیں ہوا۔ یہ حالت اسی وقت تک ہوتی ہے جب تک کہ جملہ اشیاء محلول میں موجود رہتی ہیں۔ اگر محلول کو منجمد کیا جائے تو سب سے کم حل پذیر نمک

بالعموم سب سے پہلے مطروح ہوتا ہے۔

اسی کے مشابہ مساوات، حاصل ہوتی ہے جبکہ کسی طاقتور ترشہ کے نمک پر کسی دوسرے طاقتور ترشہ کا عمل ہوتا ہے۔ مثلاً:۔

$$\underbrace{\dot{H}+Cl'}+\underbrace{\dot{K}+Br'}=\underbrace{\dot{H}+Br'}+\underbrace{\dot{K}+Cl'}$$

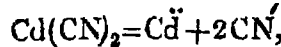
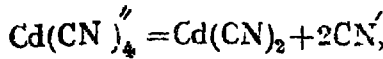
یہاں بھی مساوات کے دونوں جانب ایک ہی ہیں یعنی کوئی کیمیائی تغیر وقوع پذیر نہیں ہوا۔ اس حالت میں بالعموم یہ کہا جاتا ہے کہ اساس ہر دو ترشوں کے درمیان بقدر مساوی منقسم ہوگئی ہے لیکن مساواتِ بالا سے عیاں ہے کہ روانات، حالات کے مطابق ہر ایک طریقہ سے متحد ہونے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ اگر ایک ترشہ، دوسرے کی بہ نسبت زیادہ کمزور ہو تو اس کی زیادہ مقدار غیر روانی حالت میں ہوگی۔ اس حالت میں کہا جاتا ہے کہ دوسرے ترشہ نے اساس کا بیشتر حصّہ لیا ہے۔

امثلۂ بالا سے صاف ظاہر ہے کہ روانی مساواتیں، تمام کیمیائی مساواتوں کی بہ نسبت زیادہ عمومی نوعیت کی ہوتی ہیں اور بسا اوقات، ان کے توسط سے ایک ہی صنف کے متعدد اعمال (مثلاً تعدیل، اور زیادہ طاقتور ترشہ یا اساس کے ذریعہ سے کمزور ترشہ یا اساس کے ہٹاؤ) کا مشترک جزو اصلی نمایاں ہوجاتا ہے۔

دھاتی اور ترشئی اصلیوں کے امتحان کے لیے مستقل اعمال، تقریباً ہمیشہ روانات کے تعامل ہوتے رہیں، بنا بریں ہمارے عام کیمیائی امتحان، روانات کے امتحان ہوتے ہیں۔ مثلاً "ہائیڈروجن سلفائیڈ" (Hydrogen Sulphide) کے ساتھ، تانبے سے ایک سیاہ رسوب حاصل ہوتا ہے لیکن یہ رسوب تمام حالات کے تحت حاصل نہیں ہوتا۔ جب تک وہ تانبا، جس کا امتحان مقصود ہوتا ہے، روان (Ion) کی شکل میں بحیثیت $\dot{Cu}$ یا $\ddot{Cu}$ موجود ہوتا ہے، محلول میں سلفیورٹیڈ ہائیڈروجن کے گزارنے سے سیاہ رسوب حاصل ہوتا ہے۔ لیکن جب تانبا، تانبے کا آئیون

نہیں رہتا بلکہ کسی زیادہ پیچیدہ روان کا جُزو بن جاتا ہے تو ترسیب وقوع پذیر نہیں ہوتی۔ مثلاً اگر کسی کیوپرک نمک (Cupric salt) کے محلول میں اس قدر "پوٹاسیئم سائیانائیڈ" ملایا جائے کہ "سائیانائیڈ" (Cyanide) کا ابتدائی رسوب حل ہوجائے تو یہی حالت واقع ہوتی ہے۔ یہاں محلول میں تانبا ایک پیچیدہ نمک، غالباً $3KCN,Cu(CN)$ کی شکل میں موجود ہوتا ہے۔ اس نمک کا ضابطہ $K_3Cu(CN)_4$ ہونا چاہیے کیونکہ پانی میں حل ہونے پر یہ روان K اور پیچیدہ منفی روان $Cu(CN)_4'''$ میں روانی ہوتا ہے۔ پس اب تانبا تانبے کے "روان" کی شکل میں موجود نہیں ہے بلکہ یہ ایک پیچیدہ روان کا جزو ہے اس لیے اس حالت میں اس کا ذاتی تعامل کچھ نہیں ہوتا۔ ایسے محلول میں "سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن" کے اضافہ سے ترسیب نہیں واقع ہوتی اور اس طور پر تانبا "کیڈمیم" سے علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ جب کیڈمیم کے نمک "پوٹاسیئم سائیانائیڈ" سے ملائے جاتے ہیں تو تانبے کی طرح، کیڈمیم عام طور پر مثبت روان جیسا عمل نہیں کرتا اور پیچیدہ منفی روان $Cd(CN)_4''$ کا جزو بن جاتا ہے۔ لیکن یہ روان متناظر تانبے والے پیچیدہ روان کے مقابلہ میں کم قائم ہوتا ہے۔ ایسے تمام مرکب روانات کا رجحان، ذیل کی مساواتوں کے مطابق سادہ روانات میں مفترق ہونے کی طرف ہوتا ہے:۔

$$Cd(CN)_4'' = Cd(CN)_2 + 2CN',$$

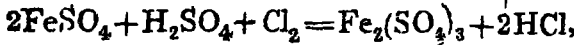
$$Cd(CN)_2 = Cd^{''} + 2CN',$$

یہ رُجحان مختلف روانات میں مختلف درجہ کا ہوتا ہے۔ کیڈمیم والے پیچیدہ سالمہ کی صورت میں یہ رجحان بہت نمایاں ہے لیکن تانبے والے پیچیدہ سالمہ کی صورت میں بہت کم نمایاں ہے۔ بناء بریں $K_3Cu(CN)_4$ کے محلول میں، روان Cu کی مقدار بہت قلیل ہوتی ہے لیکن $K_2Cd(CN)_4$ کے محلول میں روان Cd اوسطاً سب میں موجود ہوتا ہے۔ اس لیے مقدم الذکر محلول پر "ہائیڈروجن سلفائیڈ" کا اثر بہت کم ہوتا ہے اور موخر الذکر میں

ترسیب بخوبی وقوع پذیر ہوتی ہے۔ "پوٹاسیئم فیروسائیانائیڈ" $K_4Fe(CN)_6$ کے محلول میں رواں $Fe^{\cdot\cdot}$ بالکل موجود نہیں ہوتا، اس لیے ایسے محلول میں فیرس (Ferrous) نمکوں کا کوئی تعامل نہیں پایا جاتا۔

چاندی کے لیے سب سے زیادہ عام تعامل، نقرئی محلول میں کسی حل پذیر کلورائیڈ کے اضافہ سے "سلور کلورائیڈ" کے رسوب کی پیدائش ہے۔ یہ تعامل صرف رواں $Ag^{\cdot}$ کے لیے ہے نہ کہ عام طور پر چاندی کے لیے۔ اگر کسی نقرئی محلول میں اس قدر "پوٹاسیئم سائیانائیڈ" ملایا جائے کہ "سلور سائیانائیڈ" کا رسوب، جو ابتداءً صورت پذیر ہوتا ہے، دوبارہ حل ہو جائے تو کسی حل پذیر "کلورائیڈ" کے اضافہ سے مزید ترسیب نہیں واقع ہوتی۔ اس حالت میں چاندی، ایک اوسط درجہ کے قائم پیچیدہ منفی رواں، $Ag(CN)_2$ کا جزو بن جاتی ہے۔ بذریعۂ افتراق اس میں سے چاندی کے رواں کی بہت قلیل مقدار حاصل ہوتی ہے اس لیے معمولی ذرائع تفحص سے اس کا پتہ لگانا مشکل ہے یہی حال "سوڈیئم تھائیوسلفیٹ" (Sodium thiosulphate) کی موجودگی میں نقرئی نمکوں کے محلولات کا ہے۔ جب "سلور نائیٹریٹ" کے محلول میں "سوڈیئم تھائیوسلفیٹ" ملایا جاتا ہے تو شروع میں "سلور تھائیوسلفیٹ" (Silver Thiosulphate) $Ag_2S_2O_3$ کا سفید رسوب حاصل ہوتا ہے جو "سوڈیئم تھائیوسلفیٹ" کے مزید اضافہ سے حل ہوتا ہے اور دوہرا نمک $NaAgS_2O_3$ صورت پذیر ہوتا ہے۔ یہ دوہرا نمک زیادہ تر رواں $Na^{\cdot}$ اور پیچیدہ منفی رواں AgS_2O_3 میں مفترق ہوتا ہے، اس لیے محلول میں "چاندی کے رواں" کی بہت قلیل مقدار موجود ہوتی ہے بناءبریں معمولی تعاملوں کے ذریعہ سے چاندی کے مختص تعاملوں میں سے کوئی تعامل پیدا نہیں ہوتا۔

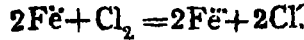
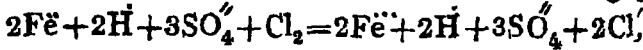
کسی مثبت یا منفی اصلیہ کے ساتھ جو مقدارِ برق وابستہ ہوتی ہے اس کے تغیر سے، اس اصلیہ کے خواص بالکل بدل جاتے ہیں۔ مثلاً فیرس ائیون $Fe^{\cdot\cdot}$ کے تعامل، فیرک ائیون $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ کے تعاملوں سے بالکل مختلف ہوتے ہیں اور پرمینگانیٹس (Permanganates) کے رواں MnO_4' کے

تعامل " مینگانیٹس " (Manganates) کے روان MnO_4'' کے تعاملوں سے بالکل مختلف ہوتے ہیں ۔ روانات کے برقی باروں کے اِن تغیرات کے متعلق طالب علم کو یاد رکھنا چاہیے کہ ایک مثبت بار کا اضافہ یا ایک منفی بار کا اخراج محلول میں تکسید (Oxidation) کے مرادف ہے۔اور ایک مثبت بار کا اخراج یا ایک منفی بار کا اضافہ تحویل (Reduction) کے مرادف ہے۔مثلاً جب ہم روان $Fe^{\cdot\cdot}$ کو $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ میں تبدیل کرتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ فیرس (Ferrous) نمک " فیرک " (Ferric) نمک میں تکسید کیا گیا ہے اور جب روان MnO_4'' کو MnO_4' میں تبدیل کرتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ " پرمینگانیٹ " " مینگانیٹ " میں تحویل کیا گیا ہے پہلی صورت میں ایک مثبت بار کا اور دوسری میں ایک منفی بار کا اضافہ ہوتا ہے ۔ اگر ہم مساواتِ ذیل

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2HCl,$$

کو اس فرضیہ کے مطابق لکھیں کہ تمام برق پاشیدے کامل طور پر روانی ہیں تو ہمیں ذیل کی مساوات

$$2Fe^{\cdot\cdot} + 2H^{\cdot} + 3SO_4'' + Cl_2 = 2Fe^{\cdot\cdot\cdot} + 2H^{\cdot} + 3SO_4'' + 2Cl',$$

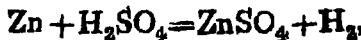
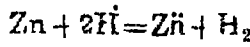
یعنی

$$2Fe^{\cdot\cdot} + Cl_2 = 2Fe^{\cdot\cdot\cdot} + 2Cl'.$$

حاصل ہوتی ہے ۔ اِس نقطۂ نگاہ سے اس عمل کی ماہیت یہ ہے کہ مثبت اور منفی بار ایک ہی وقت میں نمودار ہوتے ہیں۔ " فیرس آئیون " پر ایک مثبت بار کا اضافہ ہوتا ہے اور یہ " فیرک آئیون " میں تکسید ہو جاتا ہے ۔ اَن برقائی " کلورین " پر ایک منفی بار کا اضافہ ہوتا ہے اور یہ کلورائیڈ آئیون میں تحویل ہو جاتی ہے ۔ اس مثال میں کوئی " آکسیجن " منتقل نہیں ہوئی ' اس لیے ایسے عمل کو تکسید کے نام سے تعبیر کرنا محض بربنائے تمثیل ہے ۔ لیکن یہ طریقِ اظہار بعض اوقات ایسی حالتوں میں بہت مفید ثابت ہوتا ہے ۔

جب کوئی دھات ' بحیثیتِ روان حل ہوتی ہے تو یہ ایک یا زیادہ برقی بار حاصل کرتی ہے اور اِس طور پر ایک محوّل عامل بن جاتی ہے ۔ مثلاً ذیل کے عمل میں '

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2,$$

یا

$$Zn + 2\dot{H} = Z\ddot{n} + H_2$$

جست، زنک آیون (جست کے رواں) میں تاسید ہو جاتا ہے اور اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ "ہائیڈروجن" روانی حالت سے آزاد ہائیڈروجن میں محول ہو جاتی ہے۔ جب "ہائیڈروجن" یا کوئی دھات آزاد حالت سے کسی ترشہ یا نمک کے ساتھ ملاپ کی حالت میں آجاتی ہے تو اس عمل کو بالعموم "تکسید" اور "تحویل" کے نام سے یاد نہیں کیا جاتا۔ لیکن اصطلاحات کا ایسا استعمال بالکل جائز ہے۔ مناسب حالات کے تحت آزاد جست اور آزاد ہائیڈروجن بلا شبہ محول عامل ہوتے ہیں۔ برعکس اس کے زنک سلفیٹ (Zinc sulphate) یا "سلفیورک" (sulphuric) ترشہ میں روانی جست یا ہائیڈروجن بلکے محلولات میں کسی لحاظ سے بھی تحویلی عامل نہیں کہے جا سکتے۔

جب کسی نمک، ترشہ یا اساس کے محلول میں مشترک رواں والا کوئی اور برق پاشیدہ ڈالا جاتا ہے تو نمک، ترشہ یا اساس کی حل پذیری میں جو کمی واقع ہوتی ہے (صفحہ ۱۶۶ طبیعی کیمیا حصہ دوم) اس سے معمل میں اور صنعتی کیمیا کے اعمال میں متعدد طریقوں سے کلی استفادہ کیا جاتا ہے۔ اگر ہم خالص "سوڈیم کلورائیڈ" (Sodium chloride خوردنی نمک) تیار کرنا چاہیں تو غیر خالص نمک کا مرتکز محلول بنا کر اس میں ہائیڈروکلورک ابسٹیمیں گزارتے ہیں یا اس میں ہائیڈروکلورک ترشہ کا مرتکز محلول ملاتے ہیں۔ "سوڈیم کلورائیڈ" کا اکثر حصہ تہ نشین ہو جاتا ہے اور یہ اس نمک کی بہ نسبت جو ابتداءً حل کیا گیا تھا زیادہ خالص ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ سوڈیم کلورائیڈ کا محلول سیر شدہ یا تقریباً سیر شدہ تھا۔ اعلیٰ طور پر روانی اور حل پذیر "ہائیڈروجن کلورائیڈ" کے اضافہ سے "کلورائیڈ آیون" کی مقدار بہت زیادہ بڑھ جاتی ہے، اس لیے "سوڈیم آیون" کی مقدار، سوڈیم کلورائیڈ کی ترسیب سے کم ہونی چاہیئے تاکہ روانی ارتکازات کا حاصل ضرب تقریباً مستقل رہ سکے۔ اگر محلول شروع میں تقریباً سیر شدہ نہ بھی ہو تو جب "ہائیڈروجن کلورائیڈ" کے ذریعہ سے "کلورائیڈ آیون" کی کافی مقدار کے اضافہ سے روانی حاصل ضرب کی قیمت مستقل قیمت تک

پہنچ جائیگی "سوڈیم کلورائیڈ" تہ نشین ہونا شروع ہو جائیگا۔

تطہیر کے مذکورۂ بالا طریقہ کی کامیابی کا انحصار اس بات پر ہے کہ جو شئے حل پذیری کم کرنے کے لیے ملائی جائے، اس کی حل پذیری اصلی شئے کی حل پذیری بہ نسبت زیادہ ہونی چاہیئے، بالخصوص جب کہ دونوں اشیاء تقریباً مساوی روانی ہوں جیسا کہ اکثر نمکوں، طاقتور ترشوں اور طاقتور اساسوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ہم نسبتہً کم حل پذیر "بیریم کلورائیڈ" (Barium chloride) کے اضافہ سے بخوبی حل پذیر "سوڈیم کلورائیڈ" کے سیر شدہ محلول کو مترسب کرنا چاہیں تو سوڈیم کلورائیڈ کی کم مقدار تہ نشین ہوگی۔ اس کا سبب یہ ہے کہ "بیریم کلورائیڈ" کی روانی حل پذیری کا حاصل ضرب "سوڈیم کلورائیڈ" کے نظیری حاصل ضرب کی بہ نسبت، بوجہ اپنی قلیل حل پذیری اور درجۂ روانیت کی کمی کے، بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ "بیریم کلورائیڈ" کے اضافہ سے ملحی محلول میں بہت کم "کلورائیڈ آئیون" پیدا ہوتا ہے، اس لیے بذریعۂ ترسیب "سوڈیم آئیون" کی مقدار چنداں زیادہ کم نہیں ہوتی۔ اس کمی کا ایک اور سبب یہ ہے کہ "سوڈیم کلورائیڈ" سے حاصل شدہ "کلورائیڈ آئیون" کے معتدبہ ارتکاز کے باعث "بیریم آئیون" کا ارتکاز لازماً بہت قلیل ہوتا ہے۔ تاکہ "بیریم کلورائیڈ" کی روانی حل پذیری کا حاصل ضرب قدر مناسب سے زیادہ نہ ہو سکے بالفاظ دیگر سیر شدہ ملحی محلول میں، "بیریم کلورائیڈ" کی حل پذیری پانی کی بہ نسبت بہت کم ہوتی ہے۔ اس طور پر "بیریم کلورائیڈ" کی بہت قلیل مقدار حل ہوتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ "سوڈیم کلورائیڈ" کی بہت تھوڑی مقدار تہ نشین ہوتی ہے۔

عطری سلفونک (Aromatic sulphonic) ترشوں کے سوڈیم نمک، اپنے محلولات میں سے "سوڈیم کلورائیڈ" یا "کاوی سوڈا" کے اضافہ سے خالص حاصل کیے جاتے ہیں۔ عام طور پر اول الذکر نمک، "سوڈیم کلورائیڈ" یا "کاوی سوڈا" کی بہ نسبت بہت کم حل پذیر ہیں۔ اس لیے جب نمک کے مرتکز محلول یا ٹھوس کاوی سوڈا کے ذریعہ سے "سوڈیم آئیون" کا اضافہ کیا جاتا ہے تو "سوڈیم آئیون" کا اکثر حصہ محلول میں سے تہ نشین ہو جاتا ہے۔

ہائیڈروجن کلورائیڈ کے اضافہ سے نامیاتی ترشے، بسا اوقات آبی محلول میں سے بآسانی رسوب بنا کر علیحدہ کیے جا سکتے ہیں۔ اس صورت میں عامل شئے "ہائیڈرآئیون" ہوتی ہے۔ "ہائیڈروکلورک ایسڈ گیس" کے ساتھ محلول کو سیر کرنے سے، "سلفوکیمفلک (Sulphocamphylic) ترشہ جیسا نسبتہً زیادہ حل پذیر ترشہ اپنے آبی محلول میں سے تقریباً تمام مرسوب کیا جا سکتا ہے۔

اگر ہم کسی بھی نمک کے سیر شدہ آبی محلول پر غور کریں تو معلوم ہوگا کہ کسی غیر برق پاشیدہ کے اضافہ سے بالعموم حل پذیری پر بہت تھوڑا اثر پڑتا ہے بہ نسبت اس اثر کے جو ایک ایسے برق پاشیدہ کے ملانے سے پڑتا ہے جس میں ابتدائی محلول شئے کا ایک مشترک رواں موجود ہے۔ کچھ نہ کچھ اثر پڑنا ضروری ہے کیونکہ غیر شئے کے اضافہ سے محلل متغیر ہو جاتا ہے، اور محلل کی ماہیت کے تغیر سے نمک کی حل پذیری پر اثر پڑنا لازم ہے۔ اگر غیر شئے، نمک کے لیے محلل نہ ہو تو عام اثر یہ ہوگا کہ سیر شدہ آبی محلول میں سے حل شدہ نمک کی کچھ مقدار مرسب ہو جائیگی۔ اگر کسی ایسے برق پاشیدہ کی قلیل مقدار کا اضافہ کیا جائے جس میں نمک کے روانات میں سے کوئی مشترک رواں موجود نہ ہو تو عام اثر یہ ہوگا کہ نمک کے روانی حاصل ضرب کی ذاتی قیمت کم ہو جائیگی۔ اس لیے نمک کی حل پذیری زیادہ ہو جائیگی۔ جدید نقطۂ نظر سے اس اثر کی وجہ یہ ہے کہ روانات متعلقہ کی عاملیت کی قدروں (Activity coefficients) میں تبدیلی وقوع ہوتی ہے صفحہ ...

اگر دوسرے نمک یا ترشئی نمک بن جائیں تو تعامل بہت زیادہ پیچیدہ ہو جاتا ہے، اس لیے مزید معلومات کے بغیر یہ کہنا ناممکن ہوتا ہے کہ نئی شئے کے اضافہ سے حل پذیری پر کیا اثر پڑیگا۔

تشریحی کیمیا کے اعمال میں، بسا اوقات، کسی کمزور ترشہ میں اس کا کوئی نمک، خود ترشہ کی طاقت کم کرنے یعنی "ہائیڈرآئیون" (Hydrion) کا ارتکاز کم کرنے کی خاطر ملایا جاتا ہے (صفحہ ۱۵ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)

اگر فیرس سلفیٹ (Ferrous sulphate) کے محلول میں سوڈیم ایسیٹیٹ کی کثیر مقدار ملائی جائے تو "سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن" سے

پہنچ جائیگی "سوڈیم کلورائیڈ" تہ نشین ہونا شروع ہو جائیگا۔
تطہیر کے مذکورۂ بالا طریقہ کی کامیابی کا انحصار اس بات پر ہے کہ جو شئے حل پذیری کم کرنے کے لیے ملائی جائے، اس کی حل پذیری اصلی شئے کی حل پذیری کے بہ نسبت زیادہ ہونی چاہیئے، بالخصوص جب کہ دونوں اشیاء تقریباً مساوی روانی ہوں جیسا کہ اکثر نمکوں، طاقتور ترشوں اور طاقتور اساسوں کی صورت میں ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ہم نسبتاً کم حل پذیر بیریم کلورائیڈ (Barium chloride) کے اضافہ سے بجائی حل پذیر "سوڈیم کلورائیڈ" کے سیر شدہ محلول کو مترسب کرنا چاہیں تو سوڈیم کلورائیڈ کی کم مقدار تہ نشین ہوگی۔ اس کا سبب یہ ہے کہ "بیریم کلورائیڈ" کی روانی حل پذیری کا حاصل ضرب "سوڈیم کلورائیڈ" کے نظری حاصل ضرب کی بہ نسبت، بوجہ اپنی قلیل حل پذیری اور درجۂ روانیت کی کمی کے، بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ "بیریم کلورائیڈ" کے اضافہ سے ملحی محلول میں بہت کم "کلورائیڈ آئیون" پیدا ہوتا ہے، اس لیے بذریعۂ ترسیب "سوڈیم آئیون" کی مقدار چنداں زیادہ کم نہیں ہوتی۔ اس کمی کا ایک اور سبب یہ ہے کہ "سوڈیم کلورائیڈ" سے حاصل شدہ "کلورائیڈ آئیون" کے معتدبہ ارتکاز کے باعث "بیریم آئیون" کا ارتکاز لازماً بہت قلیل ہوتا ہے، تاکہ "بیریم کلورائیڈ" کی روانی حل پذیری کا حاصل ضرب قدر مناسب سے زیادہ نہ ہو سکے بالفاظ دیگر سیر شدہ ملحی محلول میں، "بیریم کلورائیڈ" کی حل پذیری پانی کی بہ نسبت بہت کم ہوتی ہے۔ اس طور پر "بیریم کلورائیڈ" کی بہت قلیل مقدار حل ہوتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ "سوڈیم کلورائیڈ" کی بہت تھوڑی مقدار تہ نشین ہوتی ہے۔
عطری سلفونک ترشوں کے (Aromatic sulphonic)
سوڈیم نمک، اپنے محلولات میں سے "سوڈیم کلورائیڈ" یا "کاوی سوڈا" کے اضافہ سے خالص حاصل کیے جاتے ہیں۔ عام طور پر اول الذکر نمک، "سوڈیم کلورائیڈ" یا "کاوی سوڈا" کی بہ نسبت بہت کم حل پذیر ہیں۔ اس لیے جب نمک کے مرتکز محلول یا ٹھوس کاوی سوڈا کے ذریعہ سے "سوڈیم آئیون" کا اضافہ کیا جاتا ہے تو "سوڈیم آئیون" کا اکثر حصہ محلول میں سے تہ نشین ہو جاتا ہے۔

ہائیڈروجن کلورائیڈ کے اضافہ سے نامیاتی ترُشے' بسا اوقات آبی محلول میں سے بآسانی رسوب بنا کر علیحدہ کیے جا سکتے ہیں۔ اس صورت میں عامل شئے "ہائیڈر آئیون" ہوتی ہے۔ "ہائیڈرو کلورک ایسڈ گیس" کے ساتھ محلول کو سیر کرنے سے" سلفو کیمفلک (Sulphocamphylic) ترُشہ جیسا نسبتہً زیادہ حل پذیر ترُشہ اپنے آبی محلول میں سے تقریباً تمام مرسوب کیا جا سکتا ہے۔

اگر ہم کسی بھی نمک کے سیر شدہ آبی محلول پر غور کریں تو معلوم ہوگا کہ کسی غیر برق پاشیدہ کے اضافہ سے بالعموم حل پذیری پر بہت تھوڑا اثر پڑتا ہے بہ نسبت اُس اثر کے جو ایک ایسے برق پاشیدہ کے ملانے سے پڑتا ہے جس میں ابتدائی محلول شئے کا ایک مشترک روان موجود ہے۔ کچھ نہ کچھ اثر پڑنا ضروری ہے کیونکہ غیر شئے کے اضافہ سے محلل متغیر ہو جاتا ہے' اور محلل کی ماہیت کے تغیر سے منحل کی حل پذیری پر اثر پڑنا لازم ہے۔ اگر غیر شئے' نمک کے لیے محلل نہ ہو تو عام اثر یہ ہوگا کہ سیر شدہ آبی محلول میں سے حل شدہ نمک کی کچھ مقدار مترسب ہو جائیگی۔ اگر کسی ایسے برق پاشیدہ کی قلیل مقدار کا اضافہ کیا جائے جس میں نمک کے روانات میں سے کوئی مشترک روان موجود نہ ہو تو عام اثر یہ ہوگا کہ نمک کے روانی حاصل ضرب کی ذاتی قیمت کم ہو جائیگی' اس لیے نمک کی حل پذیری زیادہ ہو جائیگی۔ جدید نقطۂ نظر سے اس اثر کی وجہ یہ ہے کہ روانات متعلقہ کی عاملیت کی قدروں (Activity coefficients) میں تبدیلی واقع ہوتی ہے صفحہ ۷۶۔ اگر دوہرے نمک یا ترشئی نمک بن جائیں تو تعادل بہت زیادہ پیچیدہ ہو جاتا ہے' اس لیے مزید معلومات کے بغیر یہ کہنا ناممکن ہوتا ہے کہ نئی شئے کے اضافہ سے حل پذیری پر کیا اثر پڑیگا۔

تشریحی کیمیا کے اعمال میں' بسا اوقات' کسی کمزور ترُشہ میں اس کا کوئی نمک' خود ترُشہ کی طاقت کم کرنے یعنی "ہائیڈر آئیون" (Hydrion) کا ارتکاز کم کرنے کی خاطر ملایا جاتا ہے (صفحہ ۱۵ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔ اگر فیرس سلفیٹ (Ferrous sulphate) کے محلول میں سوڈیم ایسیٹیٹ کی کثیر مقدار ملائی جائے تو "سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن" کے

ذریعہ سے لوہا بحیثیت فیرس سلفائیڈ بسہولت رسوب بنا کر علٰحدہ کیا جا سکتا ہے۔ اگر سوڈیم ایسیٹیٹ نہ ملایا جائے تو ترسیب نہیں ہوتی' زیادہ سے زیادہ ایک سیاہ رنگت پیدا ہوتی ہے۔ اس اختلاف کی توجیہ قدیم طریقہ پر یہ تھی کہ فیرس سلفیٹ کے محلول میں "سوڈیم ایسیٹیٹ" کے اضافہ سے وہ ترشہ' جو مساواتِ ذیل کے مطابق

$$FeSO_4 + H_2S = FeS + H_2SO_4$$

پیدا ہوتا ہے' سوڈیم ایسیٹیٹ پر عمل کر کے سوڈیم سلفیٹ اور "ایسیٹک ترشہ" پیدا کرتا ہے:-

$$H_2SO_4 + 2NaC_2H_3O_2 = 2HC_2H_3O_2 + Na_2SO_4$$

یہ فرض کیا جاتا تھا کہ "فیرس سلفائیڈ" ایسیٹک ترشہ میں غیر حل پذیر ہے لیکن سلفیورک ترشہ میں بہ سہولت حل پذیر ہے۔ لیکن یہ توجیہ ناکافی ہے کیونکہ اگر ہم فیرس سلفیٹ لے کر اس میں صرف اسی قدر سوڈیم ایسیٹیٹ ملائیں جو تحلیلِ ثنائی کے لیے کافی ہو تو ترسیب صرف ایک قلیل حد تک واقع ہوتی ہے۔ اور اگر اب ایسیٹک ترشہ ملایا جائے تو یہ رسوب حل ہو جاتا ہے۔ پس ان حالات کے تحت "فیرس سلفائیڈ" ایسیٹک ترشہ میں حل ہو جاتا ہے۔ لیکن اگر اسی محلول میں سوڈیم ایسیٹیٹ کی مزید مقدار ملائی جائے تو "فیرس سلفائیڈ" دوبارہ مترسب ہو جاتا ہے۔ پس دوبارہ ترسیب کا باعث "سوڈیم ایسیٹیٹ" کے اضافہ سے ایسیٹک ترشہ کے درجۂ روانیت میں کمی پیدا ہونا ہے نہ کہ صرف تحلیلِ ثنائی جیسا کہ قبل ازیں خیال کیا جاتا تھا۔

امونیم کلورائیڈ (Ammonium chloride) کا عمل امونیم ہائیڈرآکسائیڈ (Ammonium hydroxide) کے محلول پر اسی نوعیت کا ہوتا ہے۔ یعنی درجۂ روانیت بہت کم ہو جاتا ہے اور اس لیے ثانی الذکر کی طاقت بھی بہت کم ہو جاتی ہے۔ جست' مینگانیز (Manganese)' مگنیسیم (Magnesium)' وغیرہ سے لوہے' کرومیم (Chromium) اور الومینیم (Aluminium) کی تشریحی علٰحدگی میں اس امر سے استفادہ

کیا جاتا ہے۔ ثانی الذکر دھاتوں کے ٹرائی ہائیڈر آکسائیڈز $Al(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ ، $Fe(OH)_3$ بہت ہی کمزور اساس ہیں اور اول الذکر دھاتوں کے ڈائی ہائیڈر آکسائیڈز (Dihydroxides) $Zn(OH)_2$ ، $Mn(OH)_2$ ، $Mg(OH)_2$ وغیرہ نسبتہً طاقتور اساس ہیں۔ اگر امونیا (Ammonia) کا محلول ان دھاتوں کے کسی نمک سے ملایا جائے تو ہر حالت میں ہائیڈر آکسائیڈز (Hydroxides) مترسب ہوجاتے ہیں گو بعض حالتوں میں ترسیب صرف جزئی ہوتی ہے۔ لیکن اگر اس کے ساتھ ہی امونیم کلورائیڈ (یا امونیم کے کسی اور نمک) کی معتد بہ مقدار موجود ہو تو امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کی طاقت، بحیثیت اساس اس قدر کم رہ جاتی ہے کہ گو اس سے زیادہ کمزور ٹرائی ہائیڈر آکسائیڈز کامل طور پر مترسب ہوجاتے ہیں تاہم ڈائی ہائیڈر آکسائیڈز جو نسبتہً زیادہ طاقتور ہوتے ہیں، بالکل مترسب نہیں ہوتے۔ یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ امونیم کلورائیڈ کا عمل صرف یہی نہیں ہے کیونکہ اس کی ایک خاصیت یہ بھی ہے کہ یہ پیچیدہ "امونیا کل" (Ammoniacal) روانات کی تیاری میں مدد دیتا ہے جس کی وجہ سے وہ ترسیبیں رُک جاتی ہیں جو امونیم کلورائیڈ کی عدم موجودگی میں امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کے ملانے سے صورت پذیر ہوتیں۔

صفحہ ۱۶۵ پر بیان کیا گیا ہے کہ ایسیٹک ترشہ کی روانیت پر کسی بجوبی روانی برق پاشیدہ مثلاً سوڈیم کلورائیڈ کے اضافہ کا عملاً وہی اثر ہوتا ہے جو کسی بجوبی روانی ایسیٹیٹ کے اضافہ کا ہوتا ہے۔ عمومی طور پر یہ بیان صحیح ہے لیکن یہ فرض نہیں کرنا چاہیے کہ کسی "فیرس" نمک کے محلول میں جس میں سلفیورٹیڈ ہائیڈروجن کے ذریعہ سے واقع ہونے والی ترسیب کو روکنے کی خاطر ایسیٹک ترشہ کی کافی مقدار موجود ہو، سوڈیم کلورائیڈ کے اضافہ کا اثر آخرکار وہی ہوگا جو کہ سوڈیم ایسیٹیٹ کی ایک معادل مقدار کا ہوگا۔ اول الذکر کے اضافہ سے ایسیٹک ترشہ کا درجۂ روانیت اسی نسبت سے کم ہوتا ہے جیسے کہ ثانی الذکر کے اضافہ سے۔ لیکن تحلیل ثنائی کے باعث اسی وقت ہائیڈروکلورک ترشہ پیدا ہوتا ہے اور چونکہ یہ بجوبی روانی ہوتا ہے، محلول میں "ہائیڈر آئیون" کی مقدار سوڈیم کلورائیڈ

ذریعہ سے لوہا بحیثیت فیرس سلفائیڈ بسہولت رسوب بنا کر علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ اگر سوڈیم ایسیٹیٹ نہ ملایا جائے تو ترسیب نہیں ہوتی، زیادہ سے زیادہ ایک سیاہ رنگت پیدا ہوتی ہے۔ اس اختلاف کی توجیہ قدیم طریقہ پر یہ تھی کہ فیرس سلفیٹ کے محلول میں "سوڈیم ایسیٹیٹ" کے اضافہ سے وہ ترشہ، جو مساواتِ ذیل کے مطابق

$$FeSO_4 + H_2S = FeS + H_2SO_4$$

پیدا ہوتا ہے، سوڈیم ایسیٹیٹ پر عمل کرکے سوڈیم سلفیٹ اور "ایسیٹک ترشہ" پیدا کرتا ہے:-

$$H_2SO_4 + 2NaC_2H_3O_2 = 2HC_2H_3O_2 + Na_2SO_4$$

یہ فرض کیا جاتا تھا کہ "فیرس سلفائیڈ" ایسیٹک ترشہ میں غیر حل پذیر ہے لیکن سلفیورک ترشہ میں بہ سہولت حل پذیر ہے۔ لیکن یہ توجیہ ناکافی ہے کیونکہ اگر ہم فیرس سلفیٹ لے کر اس میں صرف اسی قدر سوڈیم ایسیٹیٹ ملائیں جو تحلیلِ ثنائی کے لیے کافی ہو تو ترسیب صرف ایک قلیل حد تک واقع ہوتی ہے۔ اور اگر اب ایسیٹک ترشہ ملایا جائے تو یہ رسوب حل ہو جاتا ہے۔ پس ان حالات کے تحت "فیرس سلفائیڈ" ایسیٹک ترشہ میں حل ہو جاتا ہے۔ لیکن اگر اسی محلول میں سوڈیم ایسیٹیٹ کی مزید مقدار ملائی جائے تو "فیرس سلفائیڈ" دوبارہ مترسب ہو جاتا ہے۔ پس دوبارہ ترسیب کا باعث "سوڈیم ایسیٹیٹ" کے اضافہ سے ایسیٹک ترشہ کے درجۂ روانیت میں کمی پیدا ہونا ہے نہ کہ صرف تحلیلِ ثنائی جیسا کہ قبل ازیں خیال کیا جاتا تھا۔

امونیم کلورائیڈ (Ammonium chloride) کا عمل

امونیم ہائیڈروآکسائیڈ (Ammonium hydroxide) کے محلول پر اسی نوعیت کا ہوتا ہے۔ یعنی درجۂ روانیت بہت کم ہو جاتا ہے اور اس لیے ثانی الذکر کی طاقت بھی بہت کم ہو جاتی ہے۔ جست، مینگانیز (Manganese)، مگنیسیم (Magnesium)، وغیرہ سے لوہے، کرومیم (Chromium) اور الومینیم (Aluminium) کی تشریحی علیحدگی میں اس امر سے استفادہ

کیا جاتا ہے۔ ثانی الذکر دھاتوں کے ٹرائی ہائیڈر آکسائیڈز $Al(OH)_3$، $Cr(OH)_3$، $Fe(OH)_3$ بہت ہی کمزور اساس ہیں اور اول الذکر دھاتوں کے ڈائی ہائیڈر آکسائیڈز (Dihydroxides) $Zn(OH)_2$، $Mn(OH)_2$، $Mg(OH)_2$ وغیرہ نسبتہً طاقتور اساس ہیں۔ اگر امونیا (Ammonia) کا محلول ان دھاتوں کے کسی نمک سے ملایا جائے تو ہر حالت میں ہائیڈر آکسائیڈز (Hydroxides) مترسب ہوجاتے ہیں گو بعض حالتوں میں ترسیب صرف جزئی ہوتی ہے۔ لیکن اگر اس کے ساتھ ہی امونیم کلورائیڈ (یا امونیم کے کسی اور نمک) کی معتدبہ مقدار موجود ہو تو امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کی طاقت، بحیثیت اساس اس قدر کم رہ جاتی ہے کہ گو اس سے زیادہ کمزور ٹرائی ہائیڈر آکسائیڈز کامل طور پر مترسب ہوجاتے ہیں تاہم ڈائی ہائیڈر آکسائیڈز جو نسبتہً زیادہ طاقتور ہوتے ہیں، بالکل مترسب نہیں ہوتے۔ یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ امونیم کلورائیڈ کا عمل صرف یہی نہیں ہے کیونکہ اس کی ایک خاصیت یہ بھی ہے کہ یہ پیچیدہ "امونیاکل" (Ammoniacal) روانات کی تیاری میں مدد دیتا ہے جس کی وجہ سے وہ ترسیبیں رک جاتی ہیں جو امونیم کلورائیڈ کی عدم موجودگی میں امونیم ہائیڈر آکسائیڈ کے ملانے سے صورت پذیر ہوتیں۔

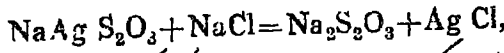
صفحہ ۱۶۲ پر بیان کیا گیا ہے کہ ایسیٹک ترشہ کی روانیت پر کسی بجوبی روانی برق پاشیدہ مثلاً سوڈیم کلورائیڈ کے اضافہ کا عملاً وہی اثر ہوتا ہے جو کسی بجوبی روانی ایسیٹیٹ کے اضافہ کا ہوتا ہے۔ عمومی طور پر یہ بیان صحیح ہے لیکن یہ فرض نہیں کرنا چاہیے کہ کسی "فیرس" نمک کے محلول میں، جس میں سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن کے ذریعہ سے واقع ہونے والی ترسیب کو روکنے کی خاطر ایسیٹک ترشہ کی کافی مقدار موجود ہو، سوڈیم کلورائیڈ کے اضافہ کا اثر آخرکار وہی ہوگا جو کہ سوڈیم ایسیٹیٹ کی ایک معادل مقدار کا ہوگا۔ اول الذکر کے اضافہ سے ایسیٹک ترشہ کا درجۂ روانیت اسی نسبت سے کم ہوتا ہے جیسے کہ ثانی الذکر کے اضافہ سے۔ لیکن تحلیل ثنائی کے باعث اسی وقت ہائیڈروکلورک ترشہ پیدا ہوتا ہے اور چونکہ یہ بجوبی روانی ہوتا ہے، محلول میں "ہائیڈر آئیون" کی مقدار سوڈیم کلورائیڈ

کے اضافہ کے بعد نسبتہً زیادہ ہوتی ہے بنا برین محلول کی مجموعی عامل ترشیئت واقعی طور پر بڑھ جاتی ہے۔ اس لیے سلفائیڈ کی ترسیب واقع نہیں ہوتی۔

تشریحی کیمیا میں بالعموم اور کمی پیمائش میں بالخصوص رسوب کو عام طور پر مرتسب مائع سے دھویا جاتا ہے۔ اس کی نظری بنیاد یہ ہے کہ مرتسب اور بدقت حل پذیر رسوب میں ایک مشترک رواں ہوتا ہے اس لیے یہ خالص پانی کی بہ نسبت مقدم الذکر کے محلول میں نسبتہً کم حل ہو سکتا ہے۔ بنا برین اگر دیگر حالات مانع نہ ہوں تو خالص پانی کی بہ نسبت مرتسب کے آب آمیز محلول کے ساتھ دھونا مرجح ہے۔

جب دو برق پاشیدوں کے محلولات ملائے جاتے ہیں اور تحلیل ثنائی سے نظری طور پر ایک غیر حل پذیر شئے کا حصول ممکن ہوتا ہے تو عام طور پر تحلیل ثنائی فی الواقع وقوع پذیر ہوتی ہے۔ مثلاً جب کوئی "سلفیٹ" بیریم (Barium) کے کسی نمک سے ملایا جاتا ہے تو ثنائی تحلیل ہمیشہ واقع ہوتی ہے اور بیریم سلفیٹ تہ نشین ہو جاتا ہے۔ نظریۂ افتراق کے نقطۂ نگاہ سے اس امر کی توجیہ صاف ظاہر ہے۔ بیریم سلفیٹ کے رواںات کی حل پذیری کا حاصل ضرب بہت قلیل ہے، اس لیے جونہی کہ بیریم ائیون اور سلفیٹ ائیون کی کافی مقدار باہم گر ملتی ہے، بیریم سلفیٹ تہ نشین ہو جاتا ہے۔ چونکہ بالتِ محلول "بیریم" کے کل نمکوں سے اور تمام حل پذیر سلفیٹوں (Sulphates) سے رواںات معتدبہ مقدار میں حاصل ہوتے ہیں، بیریم سلفیٹ کی ترسیب ہمیشہ واقع ہوتی ہے۔ الا اس حالت میں جب کہ محلول اتنے ہلکے ہوتے ہیں کہ حل پذیری کے حاصل ضرب تک پہنچ نہیں ہوتی۔

اس قاعدہ کی مستثنیات صرف اس حالت میں پائی جاتی ہیں جب کہ پیچیدہ رواںات کی پیدائش یا موجودگی کا امکان ہوتا ہے یا جب اشیاء کے جوڑے میں سے ایک شئے کوئی کمزور ترشہ یا اساس ہوتی ہے۔ اگر ہم سوڈیم کلورائیڈ کے محلول میں سلور سوڈیم تھائیو سلفیٹ Sivler sodium) (Thiosulphate کا محلول ملائیں تو ذیل کے عمل

$$NaAg\,S_2O_3 + NaCl = Na_2S_2O_3 + Ag\,Cl,$$

کا نفاذ ممکن ہو۔ لیکن یہ عمل واقع نہیں ہوتا کیونکہ "سلور سوڈیم تھایو سلفیٹ" سے "سلور آئیون" کی اتنی قلیل مقدار حاصل ہوتی ہے کہ روانی حاصل ضرب سلور کلورائیڈ کے حل پذیری حاصلِ ضرب کی قیمت سے متجاوز ہونے نہیں پاتا۔ اس کا سبب یہ ہے کہ محلول میں چاندی کی کل مقدار، پیچیدہ روان $Ag\,S_2O_3'$ کی شکل میں موجود ہوتی ہے۔ اس وجہ سے جب سائیانائیڈز (Cyanides) یا امونیا موجود ہوتے ہیں تو ان صورتوں میں جن میں تحلیل ثنائی کے باعث ترسیب کی توقع ہوتی ہے، ترسیب صورت پذیر نہیں ہوتی۔

اگر بیریم کے کسی نمک میں سلفیورک ترشہ ملایا جائے تو بیریم سلفیٹ ویسی ہی مستعدی سے مترسب ہوتا ہے جیسے کوئی معدل "سلفیٹ" استعمال کیا گیا ہو۔ لیکن ٹارٹیریٹس (Tartrates) کی صورت میں ایسا نہیں ہوتا۔ اگر سوڈیم ٹارٹیریٹ کے محلول میں کیلسیئم کلورائیڈ ملایا جائے تو کیلسیئم ٹارٹیریٹ کا رسوب حاصل ہوتا ہے۔ لیکن اگر سوڈیم ٹارٹیریٹ کے بجائے ٹارٹیرک ترشہ استعمال کیا جائے تو رسوب نہیں بنتا۔ اس اختلاف کا سبب حسب ذیل ہے: سوڈیئم ٹارٹیریٹ کی مثال میں، محلول میں، ٹارٹیریٹ ایون (Tartrate ion) بکثرت موجود ہوتا ہے، اور بوجہ وفور روانیت روانی حاصل ضرب حل پذیری حاصل ضرب کی قیمت سے بہت زیادہ متجاوز ہے۔ لیکن جب ہائیڈروجن ٹارٹیریٹ استعمال کیا جاتا ہے تو "ٹارٹیریٹ ایون" کی مقدار نسبتًہ کم ہوتی ہے کیونکہ ٹارٹیرک ترشہ اعلیٰ طور پر روانی نہیں ہوتا۔ اس لیے کیلسیئم ایون اور ٹارٹیریٹ ایون کا روانی حاصل ضرب، کیلسیئم ٹارٹیریٹ کے حل پذیری حاصل ضرب سے بہت کم ہوتا ہے، بنا بریں ترسیب واقع نہیں ہوتی۔ اسی سبب کے باعث بعض دھاتی محلولات، جو سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن سے بالکل مترسب نہیں ہوتے، قلوی سلفائیڈ (Alkaline sulphide) سے بسہولت مترسب ہو جاتے ہیں۔ بالعموم ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ جب جملہ اشیائے

زیر بحث، بحالتِ محلول بخوبی روانی ہوتی ہیں اور پیچیدہ روانات نہیں بن سکتے تو جب کبھی ترسیب کا نظری امکان ہوتا ہے یہ واقع ہوتا ہے۔ برعکس اس کے اگر تعاملی اشیاء میں سے ایک شئے کم روانی ہو تو ترسیب یا تو بالکل نہیں ہوتی یا صرف محدود حد تک ہوتی ہے۔ لیکن اگر حل پذیری حاصل ضرب بہت ہی قلیل ہو یعنی اگر مترسب ہونے والی شئے بہت ہی کم مقدار میں حل ہونے والی ہو تو اس حالت میں بھی ترسیب تقریباً مکمل ہو سکتی ہے مثلاً سِلوَر سلفائیڈ کی مثال میں ایسا ہوتا ہے گو سلفیوریٹڈ ہائیڈروجن گیس بہت کم مفترق ہوتی ہے تاہم یہ سِلوَر نائیٹریٹ کے محلول میں سے سلور سلفائیڈ کو بسہولت مترسب کر سکتی ہے۔

برق پاشی محلولات کی آمیزش سے رسوبوں کی پیدائش سے مماثل مبحث، برق پاشیدوں کے محلولات میں رسوبوں کی حل پذیری ہے۔ یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ نام نہاد غیر حل پذیر اشیاء دراصل بہت کم مقدار میں حل ہونے والی اشیاء ہوتی ہیں اور محلل پانی میں برق پاشیدوں کی موجودگی سے حل پذیری پر اثر کا سبب یہ ہوتا ہے کہ ان روانات کا ارتکاز جن کے اتحاد سے رسوب صورت پذیر ہو سکتا ہے، متغیر ہو جاتا ہے۔

کوہلراؤش نے سیر شدہ محلولات کی برقی موصلیت کی پیمائش سے بعض عام غیر حل پذیر اشیاء کی حل پذیری تخمین کی۔ اِس کے نتائج فہرستِ ذیل میں درج ہیں:۔

نام مخلل		حل پذیری (۱۸° پر ملی گرام فی لیٹر)
سِلور کلورائیڈ	(Silver chloride)	۱٫۳۴
سِلور برومائیڈ	(Silver bromide)	۰٫۱۰۷
سِلور آئیوڈائیڈ	(Silver iodide)	۰٫۰۰۳۵
مرکیورس کلورائیڈ	(Mercurous chloride)	۲[1]

[1] غالباً یہ قیمت آب پاشیدی افتراق کے باعث بہت زیادہ ہے۔ ایک اور طریقہ سے حل پذیری ۰٫۰۸ ملی گرام فی لیٹر حاصل ہوتی ہے۔

مرکیورک آئیوڈائیڈ	(Mercuric iodide)	۰٫۳
کیلسیئم فلورائیڈ	(Calcium fluoride)	۱۶
بیریم سلفیٹ	(Barium sulphate)	۲٫۳
سٹرانشیئم سلفیٹ	(Strontium sulphate)	۱۱۴
کیلسیئم سلفیٹ	(Calcium sulphate)	۲۰۴۳
لیڈ سلفیٹ	(Lead sulphate)	۴۱
بیریم آگزیلیٹ	(Barium oxalate)	۸۶
سٹرانشیئم آگزیلیٹ	(Strontium oxalate)	۴۶
کیلسیئم آگزیلیٹ	(Calcium oxalate)	۵٫۶
بیریم کاربونیٹ	(Barium carbonate)	۲۴
سٹرانشیئم کاربونیٹ	(Strontium carbonate)	۱۱
کیلسیئم کاربونیٹ	(Calcium carbonate)	۱۳
لیڈ کاربونیٹ	(Lead carbonate)	۳
سلور کرومیٹ	(Silver chromate)	۲۵
بیریم کرومیٹ	(Barium chromate)	۳٫۵
لیڈ کرومیٹ	(Lead chromate)	۰٫۱
میگنیشیئم ہائیڈرآکسائیڈ	(Magnesium hydroxide)	۹

سلور کلورائیڈ کی حل پذیری پانی میں بہت کم ہے، اس لیے اس کا حل پذیری حاصلِ ضرب بھی بہت چھوٹا ہے۔ اگر یہ نمک ٹھوس حالت میں پانی میں موجود ہو اور محلول میں نائٹرک ترشہ ملایا جائے تو تعادل میں صرف بقدرِ قلیل خلل واقع ہوتا ہے۔ حل شدہ سلور کلورائیڈ تقریباً کامل طور پر روانی ہوتا ہے اور سلور نائٹریٹ اور ہائیڈروجن کلورائیڈ جو نائٹرک ترشہ کے عمل سے پیدا ہوتے ہیں، وہ بھی تقریباً کامل طور پر روانی ہوتے ہیں۔ اس لیے نائٹرک ترشہ کے اضافہ سے، سلور آئیون اور کلورائیڈ آئیون

کی ان مقادیر پر جو محلول میں موجود ہوتی ہیں، بہت کم اثر پڑتا ہے۔ بالفاظِ دگر سلور کلورائیڈ کی حل پذیری پر نائیٹرک ترشہ کے اضافہ سے کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اب ہم اس امر پر غور کرتے ہیں کہ کیلسیئم ٹارٹیریٹ کی حل پذیری پر ہائیڈروکلورک ترشہ کا اثر کیا ہوسکتا ہے۔ آبی محلول میں کیلسیئم ٹارٹریٹ بتحویلی روانی ہوتا ہے۔ لیکن ہائیڈروکلورک ترشہ کے اضافہ سے فوراً ٹارٹیرک ترشہ آزاد ہوتا ہے، جو کہ اعلیٰ طور پر روانی کیلسیئم کلورائیڈ کی موجودگی میں بہت کم روانی ہوتا ہے، اس لیے "ٹارٹریٹ آیون" کا ارتکاز بہت کم رہ جاتا ہے بنابریں روانی حاصلِ ضرب کی قیمت، حل پذیری حاصلِ ضرب سے کم ہوجاتی ہے یعنی بلحاظ "کیلسیئم ٹارٹریٹ" محلول غیر سیر شدہ رہ جاتا ہے۔ اس لیے موخرالذکر نمک کی مزید مقدار حل ہوجاتی ہے اور یہ عمل جاری رہتا ہے حتیٰ کہ روانی حاصلِ ضرب کی قیمت حل پذیری حاصلِ ضرب کے مساوی ہوجاتی ہے۔ بیانِ بالا سے صاف ظاہر ہے کہ ہائیڈروکلورک ترشہ کی ایک معین مقدار میں، کیلسیئم ٹارٹریٹ کی ایک غیر معین مقدار حل نہیں ہوسکتی۔ لیکن اگر ترشہ بمقدارِ وافر موجود ہو تو کیلسیئم ٹارٹریٹ کی ایک دی ہوئی مقدار، ہمیشہ کامل طور پر حل کی جاسکتی ہے۔

عام طور پر ہم کہ سکتے ہیں کہ طاقتور ترشوں کے آبی محلولات میں، مساوی یا تقریباً مساوی طاقتور ترشوں کے نمک بہت کم حل ہوسکتے ہیں کیونکہ تحلیل ثنائی سے جو محلول میں واقع ہوتی ہے، اُن روانات کے ارتکاز پر، جن پر حل پذیری کا انحصار ہوتا ہے، بہت کم اثر پڑتا ہے۔ برعکس اس کے طاقتور ترشے، کمزور ترشوں کے غیر حل پذیر نمکوں کو بآسانی حل کرسکتے ہیں کیونکہ تحلیلِ ثنائی سے جو کمزور ترشہ پیدا ہوتا ہے وہ بہت کم روانی ہوتا ہے، اس لیے روانی حاصلِ ضرب کم رہ جاتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ محلولی تعادل کے قیام کے لیے ٹھوس نمک کی مزید مقدار حل ہوجاتی ہے۔ بعض اوقات جب کسی کمزور ترشہ کے نمک مثلاً "سلور سلفائیڈ" کا حل پذیری حاصلِ ضرب بہت ہی کم ہوتا ہے تو "نائیٹرک ترشہ" جیسے طاقتور ترشہ کے ایک معادل میں بھی

نمک کی زیادہ مقدار حل نہیں ہوتی ہے کیونکہ جب سلور نائیٹریٹ اور ہائیڈروجن سلفائیڈ محلول میں جمع ہونے شروع ہوتے ہیں تو بہت جلد روانی حاصل ضرب کی قیمت، حل پذیری حاصل ضرب کے مساوی ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ توقع کی جاتی ہے طاقتور ترشوں کے "غیر حل پذیر" نمک، کمزور ترشوں میں حل نہیں ہوتے۔ مثلاً "کیلسیئم آگزلیٹ" جو کہ ہائیڈروکلورک ترشہ میں بخوبی حل ہوتا ہے "ایسیٹک ترشہ" میں تقریباً بالکل حل نہیں ہوتا۔ اول الذکر صورت میں، آبی محلول میں "آگزلیٹ آئیون" (Oxalate ion) کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے اور ثانی الذکر صورت میں ارتکاز پر کچھ اثر نہیں پڑتا۔ اس لیے ہائیڈروکلورک ترشہ کے محلول میں "کیلسیئم آگزلیٹ" کو حل ہونا پڑتا ہے تاکہ حل پذیری حاصل ضرب اپنی سابقہ قیمت پر آجائے۔ لیکن ایسیٹک ترشہ کا محلول جب استعمال ہوتا ہے تو روانی حاصل ضرب، حل پذیری حاصل ضرب کی قیمت سے بمشکل مختلف ہوتا ہے جس کی وجہ سے کیلسیئم آگزلیٹ کی ذرا سی بھی مقدار حل ہونے کی ضرورت نہیں پڑتی۔

جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے، کسی محلول میں روانات کی تعداد پر پیچیدہ روانات کے بننے کا بہت زیادہ اثر پڑتا ہے۔ اگر "سلور کلورائیڈ" کے سیر شدہ محلول میں، جس میں کچھ ٹھوس نمک بھی موجود ہو، "پوٹاسیئم سائیانائیڈ" ملایا جائے تو آزاد "سائیانائیڈ ائیون" (Cyanide ion)، سلور ائیون کے ایک حصہ کے ساتھ مل کر پیچیدہ روان AgC_2N_2 بناتا ہے۔ اس لیے "سلور" اور "کلورائیڈ" روانات کے روانی حاصل ضرب کی قیمت، تعادلی قیمت یعنی حل پذیری حاصل ضرب سے کم ہو جاتی ہے اور اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تعادل قائم کرنے کے لیے "سلور کلورائیڈ" کی مزید مقدار حل ہوتی ہے۔ اگر مستعمل سائیانائیڈ کی مقدار قلیل ہو تو "سلور کلورائیڈ" کی کل مقدار لازماً حل نہیں ہوتی لیکن اگر اول الذکر کی وافر مقدار استعمال کی جائے تو ثانی الذکر کی کل مقدار حل ہو سکتی ہے۔ اگر حل پذیری حاصل ضرب بہت ہی کم ہو، جیسا کہ "سلور سلفائیڈ" کی مثال میں ہوتا ہے، تو "پوٹاسیئم سائیانائیڈ" کا محلل اثر بہت کم ہوتا ہے اور حل شدہ

"سلور سلفائیڈ" "پوٹاسیم سلفائیڈ" کے اضافہ سے دوبارہ مترسب ہو جاتا ہے۔ چاندی کے "غیر حل پذیر" مرکبات پر "سوڈیم تھائیو سلفیٹ" یا "امونیا" کا محلل اثر بھی اسی نوعیت کا ہوتا ہے۔ پیچیدہ رواںات کی پیدائش کے باعث "سلور آئیون" کی مقدار کم ہو جاتی ہے۔ اس لیے حل پذیری بڑھ جاتی ہے۔ فہرست مندرجہ صفحہ (۲۱۰) کے مطالعہ سے واضح ہے کہ پانی میں "سلور کلورائیڈ" برومائیڈ اور آئیوڈائیڈ" کی حل پذیری اِن اشیاء کی امونیا میں حل پذیری کے درجہ کے تقریباً مساوی ہے جیسا کہ ہم نظریۂ بالا کے مطابق توقع کر سکتے ہیں۔

نظریۂ افتراق اُن **مظہروں** (Indicators) کے عمل پر بھی جو تُرشیئت پیمائی اور قلویت پیمائی میں استعمال کیے جاتے ہیں، روشنی ڈال سکتا ہے۔ نمایندے خود تُرشئی یا قلوی ماہیت کے ہوتے ہیں لیکن بمقابلہ اُن تُرشوں یا قلیوں کے، جن کی جانچ کے لیے یہ استعمال کیے جاتے ہیں، لازماً بہت کمزور ہوتے ہیں۔ اِن کا عمل رنگ کے اُس تغیر پر مبنی ہوتا ہے جو تعدیل پر واقع ہوتا ہے۔ مثلاً فینول تھیلیئین (Phenol-phthalein) ایک بہت ہی کمزور تُرشئی ماہیت کی شئے ہے۔ آبی محلول میں یہ بے رنگ اور بالکل غیر رواںی ہوتا ہے۔ اگر کوئی طاقتور قلی مثلاً "سوڈیم ہائیڈر آکسائیڈ" اس میں ملائی جائے تو سوڈیم نمک پیدا ہوتا ہے جس کے باعث محلول ایک شوخ گلابی (Pink) رنگت کا ہو جاتا ہے۔ "فینول تھیلیئین" کے جملہ حل پذیر نمکوں کا رنگ[1] یہی ہوتا ہے اور معادل محلولات میں، بشرطیکہ وہ بہت ہلکے ہوں، رنگ تقریباً مساوی انداز کا شوخ ہوتا ہے۔ اس لیے ہم نظریۂ افتراق کی رُو سے، یہ نتیجہ اخذ کرنے میں

---

[1] فینول تھیلیئین ایک کاذب ترشہ (Pseudo-acid) ہے یعنی ایسا تُرشہ ہے جس کے نمکوں کی کیمیائی ساخت (Constitution)، ترشہ کی ساخت کے مشابہ نہیں ہے۔ مثلاً جب "فینول تھیلیئین" کے محلول میں سوڈا ملایا جاتا ہے تو گلابی رنگت والا نمک، درحقیقت بے رنگ "فینول تھیلیئین" کا نمک نہیں ہوتا بلکہ ایک متشابہ الترکیب (Isomeric) ترشہ کا نمک ہوتا ہے لیکن اس بات سے، اس تشریح پر جو متن میں بیان کی گئی ہے کچھ اثر نہیں پڑتا۔ عام طور پر جب مظہروں کی مثال کی طرح کسی رواں کا رنگ اس کی غیر رواںی شئے کے رنگ سے مختلف ہوتا ہے تو یہ فرض کر لیا جا سکتا ہے کہ رواںیت سے شئے کی ساخت میں تبدیلی واقع ہوئی ہے۔

حق بجانب ہیں کہ اس رنگ کا باعث فینول تھیلیئین سے حاصل شدہ زبر روان (Anion) ہے کیونکہ "فینول تھیلیئین" کے نمکوں کے جملہ ہلکے محلولات میں یہی ایک مشترک شئے ہے۔ غیر مفترق شے بے رنگ ہوتی ہے۔ اب اس امر پر غور کرو کہ جب فینول تھیلیئین کو بطور مظہر استعمال کرکے کسی تُرشہ کا معائرہ (Titration) کیا جاتا ہے تو کیا واردات پیش آتے ہیں۔ چونکہ مظہر خود ایک کمزور تُرشہ ہے، اس لیے یہ پانی کی بہ نسبت کسی دوسرے تُرشہ کی موجودگی میں اور بھی کم روانی ہوتا ہے، بنابریں یہ بے رنگ ہوتا ہے لیکن جونہی کہ معائرہ کے لیے دیا ہُوا تُرشہ معدل ہو جاتا ہے اور قلی (Alkali) کا ایک قطرہ، مناسب اندازے سے زیادہ ڈالا جاتا ہے، فینول تھیلیئین کا قلوی نمک حاصل ہوتا ہے یعنی فینول تھیلیئین کا زبر روان پیدا ہو جاتا ہے اور محلول کا رنگ فوراً گلابی ہو جاتا ہے۔

نقطۂ تعدیل کو بصراحت معلوم کرنے کی خاطر، یہ لازم ہے کہ تُرشہ فینول تھیلیئین کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ہو اور قلی بھی ایک طاقتور قلی ہو۔ اگر تُرشہ جس کا معائرہ مقصود ہو، اس قدر کمزور ہو کہ طاقتور اساسوں کے ساتھ، آبی محلول میں اس کے نمکوں کا آب پاشیدی افتراق شروع ہو جائے تو صاف ظاہر ہے کہ فینول تھیلیئین نقطۂ تعدیل کو بوضاحت ظاہر کرنے کے قابل نہ ہوگا، کیونکہ کامل تعدیل کے لیے قلی کی کمتفی مقدار کے اضافہ سے بہت پہلے، تُرشہ کا نمک، آزاد تُرشہ اور آزاد اساس میں مفترق ہونا شروع ہو جائیگا۔ اور پھر اس آزاد اساس کا کچھ حصہ فینول تھیلیئین کو معدل کرکے ہلکی گلابی رنگت پیدا کر دیگا جو مزید قلی کے اضافہ سے زیادہ شوخ ہوتی جائیگی۔ پس کاربالک تُرشہ (Carbolic acid) اور دیگر فینولز (Phenols) کا، جن کے نمکوں کا آب پاشیدی افتراق ہوتا ہے، (صفحہ ۱۷۷ طبعی کیمیا حصہ دوم)۔ معائرہ کسی قلی اور فینول تھیلیئین کے ذریعہ سے نہیں کیا جا سکتا۔ کثیر اساسی (Polybasic) تُرشے بھی اکثر طبعی نمک بناتے ہیں جن کا آبی محلول میں جُزوی طور پر آب پاشیدی افتراق ہو جاتا ہے اس لیے ان کا

نقطۂ تعدیل بھی بوضاحت نہیں معلوم کیا جا سکتا۔ مثلاً معمولی سوڈیم فاسفیٹ یعنی ڈائی سوڈیم ہائیڈروجن فاسفیٹ (Disodium hydrogen phosphate) اگرچہ عرفی طور پر ایک ترشی نمک ہے لیکن اپنی خفیف آب پاشیدگی کے باعث "فینول تھیلیئین" کے ساتھ اس کا تعامل "قلوی" ہوتا ہے۔ جب "سوڈیم ہائیڈروجن کاربونیٹ" محلول میں موجود ہوتا ہے تو کاربانک ترشہ کی صورت میں "فینول تھیلیئین تقریباً" درجہ تعدیل ظاہر کرتا ہے اور طبیعی سوڈیم کاربونیٹ" کے ساتھ ایک شوخ گلابی رنگ دیتا ہے۔ چونکہ "فینول تھیلیئین" کے ساتھ کاربانک ترشہ کا سلوک ایک ترشہ کا سا ہے بالفاظ دیگر چونکہ کاربانک ترشہ "فینول تھیلیئین" کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ترشہ ہے، اس لیے جس قلی سے کسی ترشہ کا معائرہ کیا جائے اُس میں یہ شامل نہیں ہونا چاہیے۔ اس کے لیے بہترین تجویز یہ ہے کہ "بیرائٹا" (Baryta) کو بطور قلی استعمال کیا جائے اور اسے ہوا کی کاربانک ایسڈ گیس سے مصئون رکھا جائے۔ اگر کچھ "کاربانک ترشہ" ابتداءً موجود ہو تو وہ "بیریم کاربونیٹ" (Barium-carbonate) کی شکل میں تہ نشین ہوجاتا ہے اور شفاف مائع اِس کے اثر سے بالکل آزاد ہوتا ہے۔

جو اساس استعمال ہوتی ہے اگر وہ طاقتور نہ ہو تو آب پاشیدگی کے باعث اس صورت میں بھی نقطۂ تعدیل کی جانچ بوضاحت نہیں ہو سکتی۔ مثلاً جہاں "فینول تھیلیئین" بطور مظہر استعمال کیا جائے وہاں امونیا قطعاً استعمال نہیں کرنا چاہیے کیونکہ امونیم کے ساتھ فینول تھیلیئین کے نمک کا آبی محلول، اس وجہ سے کہ یہ نمک ایک کمزور اساس کے ساتھ ایک نہایت ہی کمزور ترشہ کے اتحاد سے حاصل ہوتا ہے، آب پاشیدی طریق پر مفترق ہوجاتا ہے۔

بنا بریں نقطۂ تعدیل وضاحت کے ساتھ معلوم نہیں ہو سکتا۔ اس صورت میں بھی جبکہ ابتداءً محلول میں جو ترشہ موجود ہوتا ہے اس کے اور امونیم کے نمک کا آب پاشیدی افتراق بالکل نہیں ہوتا۔ دوسرے نقطۂ نگاہ سے اس سلوک کی تعبیریوں کی جا سکتی ہے کہ "امونیمی" نمک جو ترشہ کی تعدیل سے

پیدا ہوتا ہے' امونیا کی زائد از ضرورت قلیل مقدار کی طاقت کو اس قدر کم کر دیتا ہے کہ یہ "فینول تھیلیئین" کو بخوبی روانی نہیں کر سکتا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے، کہ شوخ گلابی رنگ صرف امونیا کی معتدبہ بیشی سے بتدریج حاصل ہوتا ہے۔ حاصل کلام یہ کہ "فینول تھیلیئین" (Phenol-phthalein) طاقتور اساسوں کے ساتھ کمزور ترشوں کے معائرہ کے لیے ایک عمدہ مظہر ہے۔

دوسرے مظہروں کے عمل کی توجیہ نظریۂ افتراق کی رُو سے ایسی بسیط اور سہل نہیں ہے جیسی کہ اوپر "فینول تھیلیئین" کی مثال میں بیان کی گئی ہے کیونکہ عام طور پر یہ مظہر دو رُخے (Amphoteric) یعنی حالات کے مطابق ترشئی یا اساسی' ہوتے ہیں' اس لیے ان سے نمکوں کے دو سلسلے حاصل ہوتے ہیں' ایک سلسلہ طاقتور ترشوں کے ساتھ حاصل ہوتا ہے اور دوسرا سلسلہ طاقتور اساسوں کے ساتھ (دیکھو صفحہ ۱۸۹)۔ بنا بریں ممکن ہے کہ محلول میں ایک سے زیادہ رنگین روان موجود ہوں اور شاید کہ علاوہ بریں غیر روانی رنگین مظہر بھی۔ جس کی وجہ سے نظریۂ افتراق کے مطابق' مختلف محلولات کے واقعی رنگوں کی ترجمانی ایک مشکل کام ہے۔

عام معملی کام میں نظریۂ برق پاشیدی افتراق کے عملی استفادہ کی کئی مثالیں' ذیل کی تصانیف میں مذکور ہیں:۔

اوسٹوالڈ کی "دی سائینٹفک فاؤنڈیشنز آف انیلیٹکل کیمسٹری"۔[ل]

جے۔ سٹیگ لِٹز (J. Stieglitz) "کمّی کیمیائی تشریح" جلد اول "نظری اصول اور اُن کا استعمال" (مطبوعہ نیویارک ۱۹۱۲ء)

جے۔ ایم۔ کولٹھاف[ل۲]، (Die Massanalyse) حصہ اول ۱۹۲۷ء۔

ل The Scientific foundations of Analytical chemistry.

ل۲ J. M. Kolthoff.

باب سی ام

محرکہ برق

نظریۂ تحرک کے ضمن میں (دیکھو صفحہ ۱۳۷ طبعی کیمیا حصہ اول) یہ بیان ہو چکا ہے کہ کسی ٹھوس اور اس کے سیر شدہ محلول کا تعادل، دو متضاد قوتوں ــــ محلولی تناؤ یا ٹھوس کے رجحانِ انحلال اور منحل کے ولوجی دباؤ ــــ کے درمیان، توازن خیال کیا جا سکتا ہے۔ نرنسٹ (Nernst) نے اسی قسم کا ایک تصور، اس تعادل کے متعلق پیش کیا ہے جو کسی دھات اور کسی ایسے محلول کے درمیان قائم ہوتا ہے جس میں وہی دھات بطور مثبت، روان موجود ہوتی ہے (مثلاً جست اور زنک سلفیٹ کا محلول)۔ دھاتی جست کی نسبت ہم فرض کر سکتے ہیں کہ اس میں ایک معین برقی پاشیدی محلولی تناؤ ہے یا ایک ایسا میلان ہے جو اس کو روانی حالت میں حل کرنا چاہتا ہے۔ اس رجحان کے مقابلہ میں محلول کے اندر جست کے مثبت روان کا متوازن ولوجی دباؤ ہوتا ہے۔ جست کے روان کے ایک معین ولوجی دباؤ پر، دھاتی جست نہ تو محلول میں حل ہوتا ہے اور نہ اس میں سے مترسب ہوتا ہے۔ یہ معین ولوجی دباؤ جو جست کے محلولی تناؤ سے متوازن ہوتا ہے جست کا برق پاشیدی محلولی دباؤ

کہلاتا ہے۔

صاف ظاہر ہے کہ کسی دھات اور اس کے برق پاشیدی محلول کے تعادل، اور کسی ٹھوس نمک اور اس کے محلول کے تعادل کے درمیان بہت زیادہ اختلاف ہے۔ ثانی الذکر حالت میں اگر دلوجی دباؤ حل پذیری کی قیمت سے کم ہو تو نمک حل ہوتا ہے اور اگر اس سے زیادہ ہو تو نمک مترسب ہوتا ہے۔ لیکن جست اور "زنک سلفیٹ" کی صورت میں، دھات، نمک کے ہر ایک ارتکاز کے آبی محلول کے ساتھ یعنی جست کے رواں کے ہر ایک دلوجی دباؤ والے آبی محلول کے ساتھ مَس کی جا سکتی ہے۔ تاہم جست نہ تو حل ہوتا ہے اور نہ محلول میں سے مترسب ہوتا ہے۔ اس کا سبب صاف ظاہر ہے۔ جب کوئی نمک حل ہوتا ہے تو مثبت روانات پیدا ہوتے ہیں۔ لیکن اس کے ساتھ ہی منفی روانات بھی معادل مقدار میں پیدا ہوتے اور محلول میں موجود رہتے ہیں۔ برعکس اس کے جب دھاتی جست بحیثیت مثبت جست کے رواں کے محلول میں حل ہوتا ہے تو منفی روانات اس کے ساتھ پیدا نہیں ہوتے، اس لیے محلول، برقی سکونی[1] طور پر مثبت برق سے برقایا جاتا ہے، اور بنا بریں دھاتی جست منفی برق سے۔ برقی بار محلول کے اندر، دھاتی جست سے حاصل شدہ جست کے رواں کے یکساں نفوذ کے مانع ہوتے ہیں، اس لیے محلول اور دھات کی سطحِ تماس پر، ایک برقائے ہوئے مکثفہ کے مشابہ، دھات پر منفی اور محلول میں مثبت برق کی ایک دوہری برقی تہ پیدا ہو جاتی ہے۔ برقی زور جو اس دوہری تہ سے منتج ہوتا ہے وہ جست کے رواں کے واقعی دلوجی دباؤ اور جست کے برق پاشیدی محلولی دباؤ کے درمیانی اختلاف کی تلافی کے لیے کافی ہوتا ہے۔

اگر کسی دھات کے رواں کا دلوجی دباؤ، دھات کے برق پاشیدی محلولی دباؤ کی بہ نسبت زیادہ ہو جیسا کہ بطور مثال نیلے تھوتھے کے محلول میں

[1] Electrostatically

تانبے میں ہوتا ہے، تو برقیرہ کی سطح پر وہ دھات (تانبا) مطروح ہو گی۔ اس لیے برقیرہ پر مثبت بار اور محلول میں منفی بار پیدا ہو جائیگا۔ منفی بار کے حامل "سلفیٹ ائیون" (رواں) ہیں، جو دھات اور محلول کی سطح تماس پر دوہری برقی تہ کے ایک جانب موجود ہوتے ہیں۔ یہاں بھی برقی زور، واقعی ولوجی دباؤ اور برق پاشیدی محلولی دباؤ کے اختلاف کی تلافی کرتا ہے۔

پس جب کوئی دھات، اپنے کسی نمک کے ساتھ مَس کی جاتی ہے تو سطح تماس پر ایک محرکۂ برق پیدا ہو جاتا ہے جس کے باعث ایک رَو (مثبت برق کی) اگر روانی ولوجی دباؤ، محلولی دباؤ کی بہ نسبت کم ہو تو دھات سے محلول کی طرف اور اگر اول الذکر، ثانی الذکر سے زیادہ ہو تو محلول سے دھات کی طرف بہنا شروع ہو جاتی ہے بشرطیکہ حالات رَو کے بہاؤ کے موافق ہوں۔ دوہری برقی تہ کی موٹائی، سالمی موٹائی کے مساوی ہوتی ہے، بنا بریں دھات کی بہت قلیل مقدار کا انحلال (یا اس کی طرح) قیام تعادل کے لیے کافی ہوتا ہے۔ اس لیے جب کوئی دھات، اپنے کسی نمک کے آبی محلول میں ڈبوئی جاتی ہے تو سوائے اس حالت کے جبکہ دھات مثلاً سوڈیم، پانی کی تحلیل کر دیتی ہے، کوئی قابل لحاظ کیمیائی تغیر واقع نہیں ہوتا۔

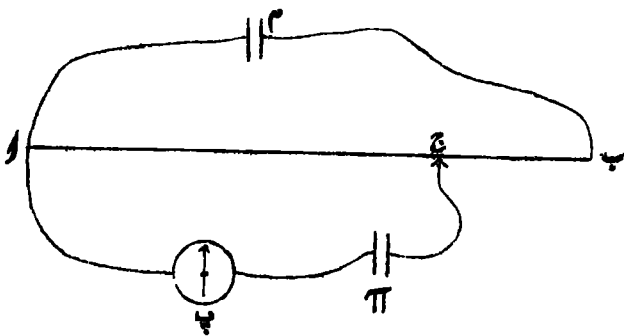
دھاتوں کے برق پاشیدی محلولی دباؤ کی قیمتیں عام طور پر یا تو بے اندازہ بڑی یا بے اندازہ کم ہیں، مثلاً جست کا محلولی دباؤ تقریباً 10^{18} کرۂ ہوائی اور چاندی کا، تقریباً 10^{-15} کرۂ ہوائی ہے۔ اس لیے، انہیں استعمال کرنے کے بجائے ہم دھاتوں اور ان کے روانات رکھنے والے محلولات کے درمیان قوّہ کے اختلافات سے یعنی، اس محرکۂ برق سے سروکار رکھینگے جو دھات اور محلول کی سطح تماس پر ہوتا ہے اور جس کا باعث، دھات کے محلولی دباؤ اور دھاتی رواں کے واقعی ولوجی دباؤ کا اختلاف ہوتا ہے۔ یہ برقیرہی قوّے براہ راست پیمائش کیے جا سکتے ہیں اور عملی طور پر بہت اہم ہیں۔ گلوانی خانوں میں دو دھاتی موصل، ایک یا زیادہ برق پاشیدی موصلوں میں ڈبوئے جاتے ہیں اور محرکۂ برق کا بیشتر حصہ، دھاتی اور برق پاشیدی موصلوں کی

ا۔ Deposition

سطحِ تماس پر واقع ہوتا ہے محرکۂ برق کے دیگر مبداء دو دھاتی موصلوں
کے اتصال اور برق پاشیدی موصلوں کے اتصال پر واقع ہوتے
ہیں۔ محرکۂ برق کے یہ مبداء عملی اغراض کے لیے اکثر نظر انداز کر دیے
جاتے ہیں اور کسی گلوانی مجموعہ میں، دھات اور محلول کا تماس ہی محرکۂ برق
کا اصل و واحد مبداء تصور کیا جاتا ہے، اگرچہ یہ بات پایۂ ثبوت کو پہنچ چکی ہے
کہ بعض صورتوں میں دھاتی اتصال کا محرکۂ برق معتدبہ ہو سکتا ہے۔

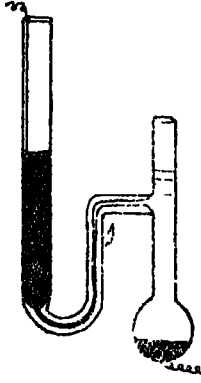
برقیری قوتوں کی عملی تخمین کے متعلق یہ امر صاف ظاہر ہے کہ
ہم کسی پیمائشی آلہ، برقی رَو پیما یا برق پیما کے ساتھ استعمال کرنے کے
لیے کوئی ایسا نظام نہیں بنا سکتے جس میں محلول یا محلولات کے ساتھ
مَس کرنے والے دھاتی برقیروں کی تعداد دو سے کم ہو۔ بناء بریں،
واقعی تجربوں میں ہمیں مجبوراً دو برقیری قوتوں کے اختلاف کی تخمین کرنی پڑتی ہے۔

طبیعی کیمیائی معملوں میں محرکۂ برق کی پیمائش کا طریقہ عام طور پر پوگینڈورف کا
طریقۂ تلافی (Poggendorf's compensation method) ہے:
تار ا ب (شکل ۵۳) ایک میٹری پیمانہ کے متوازی کھنچا ہوا ہوتا ہے

شکل ۵۳

اور ایک پھسلواں تماس ج اس کے ساتھ مہیا ہوتا ہے۔ تار کے سرے

ایک مستقل محرکۂ برق والے مورچہ م سے (جو ایک یا دو ذخیرہ خانوں پر مشتمل ہوتا ہے) جوڑ دیئے جاتے ہیں۔
م کی قیمت مطلوب محرکۂ برق سے بڑی ہوتی ہے۔ مجموعہ ۲۲ جس کے محرکۂ برق کی تعیین مقصود ہے ایک جانب پھسلواں تماس ج کے ساتھ ملایا جاتا ہے اور دوسری جانب پیمائشی تار کے ایک سرے ل کے ساتھ بتوسط رَوپیما (یا برق پیما) پ ملایا جاتا ہے۔ واضح ہو کہ ایک ہی نوعیت کے قطب ل سے ملتے ہیں۔ تماس تار پر پھسلایا جاتا ہے حتیٰ کہ رَوپیما صفر انصراف بتاتا ہے۔ اس کے بعد ایک معلوم محرکۂ برق ۲۲َ والے خانہ کو غیر معلوم محرکہ والے مجموعہ ۲۲ کی جگہ رکھ دیتے ہیں اور تماس کو مکرر تار پر پھسلا کر ایسے مقام پر رکھتے ہیں کہ انصراف پھر صفر ہو جاتا ہے۔ تار کے جو طول اس طرح دریافت ہوتے ہیں غیر معلوم اور معلوم محرکوں کے متناسب ہوتے ہیں۔ یعنی لج : لجَ = ۲۲ : ۲۲َ۔

بطور معلوم محرکۂ برق پہلے کلارک (Clark) کا خانہ (م' ب = ۱٫۴۳۳ وولٹ ۱۵° مئی تپش پر) ہی بلا استثنار استعمال کیا جاتا تھا۔ لیکن اب اس کے عوض ویسٹن کا کیڈمیم کا معیاری خانہ (Weston cadmium cell) زیادہ تر استعمال ہو رہا ہے۔ اس کے محرکۂ برق کی بین الاقوامی قیمت ۲۰ درجہ مئی تپش پر ۱٫۰۱۸۳ وولٹ ہے۔ اس کی تپشی شرح صرف + ۰٫۰۰۰۰۴ (۲۰° - ت°) ہے۔

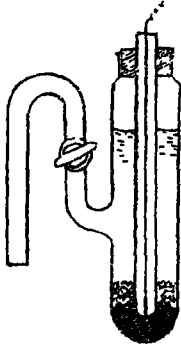
برق پیما جو بالعموم طبیعی کیمیائی معملوں میں استعمال کیا جاتا ہے لپمین (Lipmann) کا "شعری برق پیما" (شکل ۴۲) ہے۔ کسی مائع دھات، مثلاً پارے کا سطحی تناؤ، جب کہ وہ کسی برق پاشیدی محلول سے مَس کر رہا ہو، پارے اور محلول کے درمیانی اختلاف قوہ پر منحصر ہے۔ پس اگر پارا ہلکے "سلفیورک تُرشہ" سے مَس کر رہا ہو، جیسا کہ شکل ۴۲ میں اوپر دکھایا گیا ہے، اور پارے کا قوہ متغیر کیا جائے تو شعری نلی میں پارا حرکت کرتا ہے۔ فرض کرو کہ جوفہ کے اندر پارا، برقی خانہ یا مجموعہ کے ایک قطب کے ساتھ مربوط ہے اور ڈ سے آگے نلی کے اندر کا

پارا دوسرے قطب کے ساتھ مربوط ہے تو جب تک مجموعہ کے سروں کے درمیان قوۃ کا اختلاف رہیگا شعری نلی میں پارے کی ہلالی سطح اپنی جگہ سے ہٹ جائیگی۔ اس لیے تماس ج (شکل ۵۴) کو چلا کر ایسے مقام پر لایا جاتا ہے کہ سطح سیماب میں کسی قسم کا تغیر واقع نہیں ہوتا۔ جوفہ کے اندر کے پارے کے ساتھ برقی مجموعہ کا جو سرا مربوط ہوتا ہے

شکل ۵۵

اگر وہ جوفہ کی نلی کے اندر سے گزرتا ہے تو اس کو سلفیورک ترشہ کے ساتھ تماس کرنے سے محفوظ رکھنے کے لیے اس امر کی ضرورت ہوتی ہے کہ اس کا وہ تمام طول جو کہ ترشہ میں سے گزرتا ہے ایک شیشہ کی نلی کے اندر شیشہ کو گلا کر بند کر دیا جائے۔

برق پیما کی بجائے ایک حساس آئینہ دار برقی رو پیما بطور ایک "صفرنما" آلہ کے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

طبعی "کیلومل" (Calomel) کا برقیرہ' تفاوتِ قوہ کے معیار کے طور پر' بکثرت استعمال کیا جاتا ہے جس کے ساتھ دوسرے برقیرے پیمائش کے لئے ملائے جاسکتے ہیں۔ اس کی ایک وضع شکل ۵۵ میں دکھائی گئی ہے۔ نلی کی تہ پر تھوڑا سا پارا ہے جس کے اوپر کیلومل کی ایک تہ ہے اور پھر "پوٹاسیئم کلورائیڈ" کا طبعی محلول ہے۔ پارے کے ساتھ' دھاتی اتصال "پلاٹینم" کے تار کے ذریعہ سے جو شیشہ کی ایک نلی کے سرے میں سے سربمہر ہوکر گزرتی ہے' کیا جاتا ہے' ڈاٹ والی بغلی نلی "پوٹاسیئم کلورائیڈ" کے طبعی محلول سے بھر کر کسی موزوں مائع میں ڈبوئی جاتی ہے اور بعد ازاں ڈاٹ کھول دی جاتی ہے۔

اس کا اصلی فائدہ یہ ہے کہ یہ دوسرے بہت سے دھاتی برقیروں کے ساتھ، ان کے نمکوں کے معتدل محلولات میں، ملایا جا سکتا ہے ۔ معدل نمکوں کے روانات کی رفتار، ایک دوسرے سے چنداں زیادہ مختلف نہیں ہوتی، بنا بریں مختلف نمکوں کے محلولات کے اتصال پر جو محرکۂ برق پیدا ہوتا ہے وہ نسبتاً بہت قلیل ہوتا ہے۔ برعکس اس کے، اگر مائعات ترشئی یا قلوی ہوں تو ان میں ہائیڈروجن روان یا ہائیڈرآکسائیڈ روان موجود ہوتا ہے اور چونکہ ان دونوں روانات

شکل ۵۵

کی رفتار، "ملحی" روانات کی بہ نسبت بہت زیادہ ہوتی ہے (صفحہ ۶۱ حصۂ دوم) اس لیے جب یہ دوسرے محلولات کے ساتھ ملائے جاتے ہیں تو معتدبہ محرکۂ برق پیدا ہو جاتا ہے۔

ایسے محلولات کے اتصال پر جن میں مختلف رفتاروں والے روانات ہوتے ہیں یا ایک ہی شئے کے مختلف محلولات کے اتصال پر جن کے زبر رواں اور زیر رواں یکساں رفتار سے حرکت نہیں کرتے، محرکۂ برق پیدا ہونے کا سبب نرنسٹ (Nernst) نے واضح کیا تھا۔ فرض کرو کہ "ہائیڈروکلورک ترشہ" کے مختلف ارتکاز والے محلولات ایک دوسرے سے مس کر رہے ہیں۔ روانات کے انتقال کی اضافی رفتار، محلول کے اندر ان کے نفوذ (Diffusion) کی اضافی شرح تصور کی جا سکتی ہے (صفحہ ۳۰۸ حصۂ دوم)۔ اس لیے زیادہ مرتکز محلول کے "ہائیڈرائیون" کا رجحان کمزور محلول میں نفوذ کرنے کی طرف "کلورائیڈ ائیون" کی بہ نسبت زیادہ ہوگا۔ پس اگر نفوذ واقعی طور پر واقع ہو تو ہلکا محلول ہائیڈرائیون کے داخلے کے باعث، مثبت طور پر برقا جائیگا اور مرتکز محلول باقی ماندہ کلورائیڈ ائیون کی بیشی کے باعث منفی طور پر برقا جائیگا۔

اس لئے دونوں محلولات کے درمیان قوّہ کا اختلاف پیدا ہوجائیگا لیکن اگر زبرِرواں اور زیرِرواں کی رفتار مساوی ہوتی تو ایسا نہ ہوتا کیونکہ اس حالت میں روانیِ شئے کا نفوذ، برقی تعدیل میں خلل انداز ہوئے بغیر واقع ہوتا۔ اس نفوذی قوّہ سے بچنے کا ایک عملی طریقہ یہ ہے کہ دونوں محلولات کو ایک ایسے نمک کے مرتکز محلول سے، جس کے زبرِرواں اور زیرِرواں تقریباً مساوی شرحِ انتقال رکھتے ہوں، مربوط کرلیا جائے۔ اس کام کے لیے عام طور پر مستقل نمک، پوٹاسیئم کلورائیڈ" یا "امونیئم نائیٹریٹ" ہیں (دیکھو فہرست مندرجہ صفحہ ۳۷) ان میں سے موخرالذکر نمک، بوجہ اپنی وافر محلولیت کے مرجح ہے۔

ہائیڈروجن کا برقیرہ بھی بکثرت بطور معیاری برقیرہ استعمال ہوتا ہے۔ پلاٹینم کا ایک اچھا پلاٹینم سے مطروح کیا ہوا تار یا پٹی (صفحہ ۴۲) ہائیڈروکلورک ترشہ کے ایک محلول میں جزواً ڈبوئی جاتی ہے اور اس محلول میں اور برقیرہ پر سے خالص ہائیڈروجن کی ایک رَو بہائی جاتی ہے۔ پلاٹینم ہائیڈروجن کو جذب کرلیتا ہے اور ہائیڈروجن کا ایک برقیرہ بن جاتا ہے۔ اس برقیرہ پر کا تفاوتِ قوّہ (ا) گیسی ہائیڈروجن کے دباؤ اور (ب) محلول کے ارتکاز بلحاظ ہائیڈرائیون، کے تابع ہوتا ہے۔ چونکہ گیسی ہائیڈروجن ہمیشہ عملاً مستقل کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت استعمال ہوتی ہے، اس لیے ایک معیاری برقیرہ حاصل کرنے کے لیے صرف ہائیڈرائیون کے ارتکاز کو ثابت رکھنا پڑتا ہے۔ طبعی ہائیڈروجن کے برقیرہ میں محلول بلحاظ ہائیڈرائیون طبعی ہوتا ہے۔

ہائیڈروجن کے استعمال کا بڑا نقص یہ ہے کہ پلاٹینم کو گیسی ہائیڈروجن کے ساتھ توازن حاصل کرنے کے لیے دیر لگتی ہے۔ لیکن بہت کثرت کے ساتھ تفاوتِ قوّہ بلحاظ طبعی ہائیڈروجن برقیرہ ظاہر کئے جاتے ہیں، اگرچہ پیمائشات فی الحقیقت کیلومل کے برقیرہ کے ساتھ کیے جاتے ہیں۔ مندرجۂ ذیل جلعہ ۲۵ درجے پر

دونوں طبعی معیاروں کے مابین تعلق ظاہر کرتا ہے :-

بھ = ب‌س + ۰٫۲۸۲ وولٹ

اگرچہ برقیری قوتوں کی اضافی قیمتیں بہت صحت کے ساتھ دریافت کی جا سکتی ہیں، ان کی مطلق قیمتیں کسی بھی درجۂ یقین تک معلوم نہیں ہیں - اس لیئے کہ صفر قوّہ والا برقیرہ یعنی ایسا برقیرہ جس میں دھات اور محلول کے درمیان کوئی تفاوتِ قوّہ نہیں ہوتا دریافت کرنا بہت مشکل ہے - جو مواد حاصل ہوا ہے اس سے ایسا معلوم ہوتا ہے کہ طبعی کیلول کے برقیرہ کا مطلق قوّہ تقریباً - ۰٫۵۶ وولٹ ہے -

طبعی برقیرہ کے لیے لازم ہے کہ وہ **متعاکس یا غیر مقطّب** صنف کا ہو یعنی خواہ اس میں سے برقی رو کسی سمت میں گزاری جائے اس کے محرکۂ برق پر کچھ اثر نہیں پڑنا چاہیے - یہ شرط بہت سی دھاتوں کی صورت میں، جب کہ وہ نظیری روان والے محلولات میں ڈوبی ہوں، پوری ہوتی ہے مثلاً جب تانبے کا برقیرہ، کاپر سلفیٹ کے محلول میں پڑا ہو اور برقی رو محلول سے دھات کی طرف گزاری جائے تو دھاتی تانبا مطروح ہوتا ہے اور اگر برقی رو دھات سے محلول کی طرف گزرے تو دھاتی تانبا بحیثیت کیوپرک ائیون (Cupric ion) محلول میں حل ہو جاتا ہے - پس برق پاشیدی محلول کے ارتکاز میں خفیف تغیر کے سوا اور کوئی تغیر واقع نہیں ہوتا اور اس تغیر سے برقیرہ کے قوّہ پر کچھ اثر نہیں پڑتا - اس صنف کے برقیرہ کو، بلحاظ زیر روان (Cation) عکس پذیر برقیرہ کہتے ہیں -

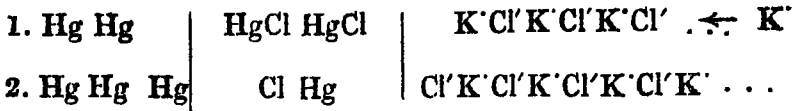
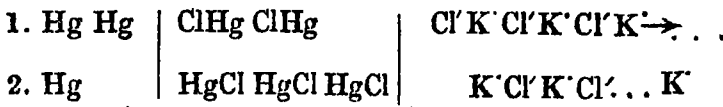
برعکس اس کے "کیلول" کا برقیرہ، بلحاظ زبر روان (Anion) عکس پذیر ہوتا ہے یعنی برقی رو کے کسی ایک سمت میں گزرنے کا اثر بلحاظ کلورائیڈ ائیون یا روان" ارتکاز کا خفیف تغیر ہوتا ہے - مثلاً اگر برقی رو محلول سے دھات کی طرف گزرے تو دھاتی پارا "مرکیورس کلورائیڈ" (Mercurous chloride کیلول) سے مطروح ہوتا ہے اور

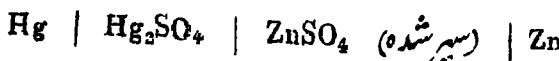
جو "کلورائیڈ" اصلیہ دھات سے متحد تھا وہ بحیثیت "کلورائیڈ ائیون" حل ہوکر مثبت رَو سے پیدا شدہ زیر روان کو معدل کر دیتا ہے۔ علیٰ ہذا اگر رَو دھات سے محلول کی طرف گزرے تو دھاتی پارا "مرکیورس کلورائیڈ" میں متبدل ہوجاتا ہے' اس حالت میں کلورائیڈ اصلیہ' محلول سے "کلورائیڈ ائیون" سے حاصل ہوتا ہے مندرجۂ ذیل دو ترتیبیں اس عمل کی مزید توضیح کے لیے یہاں شامل کی جاتی ہیں :-

پہلی حالت

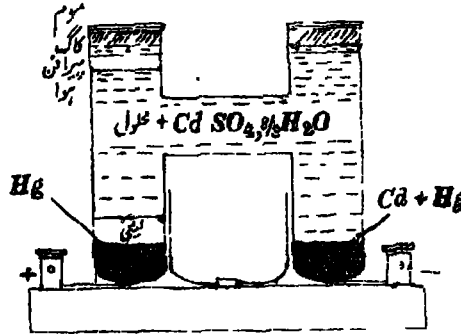
1. Hg Hg	HgCl HgCl	K˙Cl′K˙Cl′K˙Cl′ . ← K˙
2. Hg Hg Hg	Cl Hg	Cl′K˙Cl′K˙Cl′K˙Cl′K˙ . . .

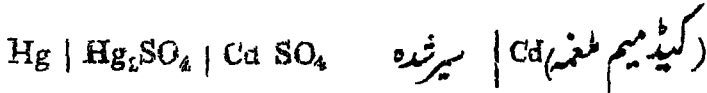
دوسری حالت

1. Hg Hg	ClHg ClHg	Cl′K˙Cl′K˙Cl′K˙→ . .
2. Hg	HgCl HgCl HgCl	K˙Cl′K˙Cl′. . . K˙

معیاری خانے ایسے دو متعاکس یا انقلاب پذیر برقیروں کے مجموعے ہیں' اس لیے ان کا محرکۂ برق مستقل ہوتا ہے۔ کلارک (Clark) کا خانہ (صفحہ ۲۲۲) دو قطبوں یا برقیروں پر مشتمل ہوتا ہے' جن میں سے ایک پارے کا اور دوسرا جست کا ہوتا ہے۔ جست کی سلاخ "زنک سلفیٹ اور پانی" کی لیئی میں ڈوبی ہوئی ہے' اس کے نیچے عملاً ناحل پذیر "مرکیورس سلفیٹ" اور "زنک سلفیٹ" کے سیر شدہ محلول کی لیئی کی ایک تہ ہوتی ہے اور سب سے نیچے پارا ہوتا ہے۔ پارا جوکہ اس مجموعہ کا دوسرا قطب ہوتا ہے' پلاٹینم کے ایک تار کے ذریعہ سے اپنے متعلقہ سرے (Terminal) کے ساتھ مربوط ہوتا ہے۔ اس خانہ کی یوں تعبیر کی جاسکتی ہے :-

$$Hg \mid Hg_2SO_4 \mid ZnSO_4 \text{ (سیر شدہ) } \mid Zn$$

"ویسٹن کیڈمیم" خانہ صفحہ ۲۲۲ کی ایک عام طور پر مستعمل شکل حسب ذیل ہے

(شکل ۵۶)۔ H نما نلی کے ایک عضو میں پارا ہوتا ہے اور اس کے اوپر

شکل ۵۶

"مرکیورس سلفیٹ" پارے اور "کیڈمیم سلفیٹ" کی لپٹی ہوتی ہے۔ دوسرے میں "کیڈمیم" کا ملغمہ (عموماً ۱۳ فی صدی) ہوتا ہے اور نلی کے بقیہ حصہ میں آبید $CdSO_4, 8/3 H_2O$ کی قلموں اور اُن کے سیر شدہ محلول کی لپٹی ہوتی ہے۔ اس خانہ کی یوں تعبیر کی جا سکتی ہے:—

Hg | Hg_2SO_4 | Cd SO_4 سیر شدہ | Cd (کیڈمیم ملغمہ)

مناسب برقی مجموعوں کے محرکۂ برق کی پیمائش سے برقیری قوتوں کی مندرجۂ ذیل فہرست مرتب کی گئی ہے۔ بس کے تحت عددی قیمتیں دھاتوں اور اُن کے نظیری دھاتی رواں کے طبعی محلولات کے درمیان اختلافات قوۃ کو وولٹوں میں ظاہر کرتے ہیں جبکہ طبعی "کیلول" برقیرہ کا قوہ صفر فرض کیا جاتا ہے۔ اور ب کے نیچے کی عددی قیمتیں جبکہ ہائیڈروجن کا برقیرہ صفر قوۃ کا مانا جاتا ہے۔ اِن دھاتوں کی حالت میں جن سے

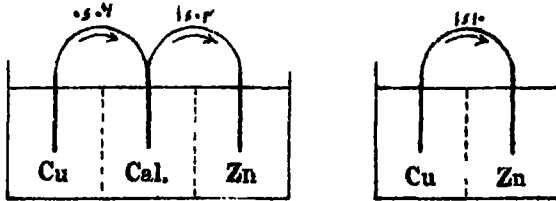
پانی معمولی تپش پر تحلیل ہو جاتا ہے، براہِ راست پیمائش ناممکن ہے لیکن تکمیل کی خاطر ان کے لیے بالواسطہ حساب کردہ اعداد درج کر دیے گئے ہیں۔

۲۵° پر وولٹوں میں طبعی برقیرهی قوّے

	ب سی	ب ہ		ب سی	ب ہ
Li, Li˙	۲٫۳۰-	۳٫۰۲-	Cd, Cd˙˙	۰٫۶۸-	۰٫۴۰-
K, K˙	۳٫۲۱-	۲٫۹۳-	Sn, Sn˙˙	۰٫۴۲-	۰٫۱۴-
Na, Na˙	۳٫۰۰-	۲٫۷۲-	Pb, Pb˙˙	۰٫۴۱-	۰٫۱۳-
Mg, Mg˙˙	۲٫۱۵-	۱٫۸۷-	H_2, H˙	۰٫۲۸-	۰
Zn, Zn˙˙	۱٫۰۴-	۰٫۷۶-	Cu, Cu˙˙	۰٫۰۶+	۰٫۳۴+
Fe, Fe˙˙	۰٫۷۲-	۰٫۴۴-	Ag, Ag˙	۰٫۵۲+	۰٫۸۰+

منفی علامت اس امر کو ظاہر کرتی ہے کہ زیرِ بحث برقیرہ ایک ایسے خانہ کا منفی قطب ہے جو اُس برقیرہ اور عدد مندرجۂ جدول سے متعلق معیاری برقیرہ سے بنا ہُوا ہوتا ہے۔ اسی طرح مثبت علامت بتاتی ہے کہ وہ مثبت قطب ہے۔ معمولی تپش پر پانی کو تحلیل کرنے والی دھاتوں سے متعلق جو قیمتیں دی گئی ہیں وہ مشتبہ ہیں۔

مصرحۂ بالا جدول کا استعمال ذیل کی مثال سے ہو سکتا ہے۔ فرض کرو کہ ایک ایسے خانہ کے محرکۂ برق کی حسابی تعیین مقصود ہے جو کیوپرک (Cupric) ائیون کے طبعی محلول میں ڈوبی ہوئی ایک تانبے کی سلاخ اور جست کے ائیون کے طبعی محلول میں ڈوبی ہوئی ایک جست کی سلاخ پر مشتمل ہے اور یہ دونوں محلول ایک مسامدار برتن کے توسط سے ایک دوسرے کے ساتھ برق پاشیدی تماس رکھتے ہیں جو ان کو میکانی طور پر مخلوط ہونے سے روکتا ہے۔ تانبے کے برقیرہ سے ایک مثبت برقی رَو کیلومل کے برقیرہ کی طرف ان کو ملانے والے ایک تار پر سے ۰٫۰۶ وولٹ محرکۂ برق کے ساتھ گزریگی۔ اس کے برعکس جست کا برقیرہ چونکہ کیلومل والے برقیرہ کے اعتبار سے منفی ہے، کیلومل کے برقیرہ سے ۱٫۰۴ وولٹ کی ایک

مثبت برقی رو واصل تار پر سے جست کے برقیرہ کی طرف جائیگی۔ اگر کیلومل کے دونوں برقیرے ملا دئے جائیں تو صورت حال کی تعبیر شکل ۵۷ کے بموجب ہوگی۔ اور چونکہ درمیانی کیلومل والا برقیرہ برخاست کردیا جاسکتا ہے، تانبے سے جست کی طرف ان دھاتوں کو ملاتے والے تار پر سے ۱٫۱۰ = ۱٫۰۴+۰٫۰۶ وولٹ محرکۂ برق کے ساتھ ایک برقی رو بہیگی۔

شکل ۵۷

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ برقی قوّہ کی علامت کے متعلق جو طبیعی قرارداد ہے وہ ہمیشہ برقیرہوں کو ملانے والے دھاتی واصل پر سے برقی رو کے بہنے کی سمت سے متعلق ہے۔ محلول میں مثبت برقی رو مخالف سمت میں بہتی ہے یعنی مصرحۂ بالا مثال میں جست سے تانبے کی طرف جس سے جست محلول میں داخل اور تانبا مطروح ہوتا ہے۔ مندرجۂ بالا برقیرہوں کے کسی مجموعہ کے محرکۂ برق کی تعیین کے لیے برقیرہی قوّوں کا جبری تفاوت لیا جاتا ہے، سب سے زیادہ بڑے منفی (یا سب سے زیادہ چھوٹے مثبت) قوّہ والی دھات مجموعہ کا منفی قطب ہوتی ہے۔ بطور مثال جست اور کیڈمیم کے مجموعہ کے لیے ہم دیکھتے ہیں کہ خانہ کا محرکۂ برق ۰٫۳۶- = (۰٫۶۸-) - ۱٫۰۴- ہوتا ہے اور اس میں جست منفی قطب ہے۔ تانبے اور چاندی کے مجموعہ کے لیے محرکۂ برق ۰٫۴۶- = ۰٫۵۲ - ۰٫۰۶ ہوتا ہے اور اس میں تانبا منفی قطب ہے۔ طالب علم کو

ہدایت کی جاتی ہے کہ ان مجموعوں اور دیگر ایسے مجموعوں کے لیے شکل ۵۷ کی طرح نقشے تیار کرے۔

اگر کوئی خانہ ایسا تیار کیا جائے جس کے دونوں دھاتی قطب ایک ہی دھات کے ہوں اور ان میں سے ہر ایک ایک ہی نمک کے مساوی ارتکاز والے محلول میں ڈوبا ہو۔ مثلاً اگر جست کے قطب "زنک سلفیٹ" کے محلول میں ڈوبے ہوں تو تماس کی دونوں سطحوں پر محرکۂ برق مساوی لیکن متضاد سمتوں میں ہوگا اس لیے دَور میں برقی رَو نہیں بہیگی۔ لیکن چونکہ دھات اور محلول کے تماس پر محرکۂ برق، محلول کے روانی ارتکاز کے تابع ہوتا ہے اس لیے اگر زنک سلفیٹ کے محلولات جن میں دونوں جستی سلاخیں ڈوبی ہوں، مختلف ارتکاز کے ہوں تو متضاد سمتوں کے محرکۂ برق، ایک دوسرے کے اثر کو کامل طور پر زائل نہیں کرینگے۔ پس زنک سلفیٹ کے دونوں محلولات کے ارتکاز کے اختلاف کے باعث نظام میں ایک قلیل تفرقی محرکۂ برق موجود ہوگا۔ ایسا خانہ ارتکازی خانہ کہلاتا ہے۔ ایک ایسے برق پاشیدے کی مثال ہیں، جس میں مساوی شرحِ انتقال والے یک گرفتے روانات ہوں ۱۵° در پر محرکۂ برق ق = ۰.۰۵۷ لوک $\frac{ل_۱}{ل_۲}$ وولٹ ہوتا ہے۔ (ملاحظہ ہو باب ۳۶ م) ۔ اگر ل۱، ل۲ کی بہ نسبت دس گنا بڑا ہو تو لوک $\frac{ل_۱}{ل_۲}$ اکائی کے برابر ہوتا ہے، اس لیے محرکۂ برق ۰.۰۵۷ وولٹ ہوتا ہے۔ خانے کے اندر رَو کی سمت ہلکے محلول سے مرتکز محلول کی طرف ہوتی ہے اور ملانے والے تار میں اس کے مخالف سمت میں۔ زیادہ مرتکز محلول کے اندر ڈوبی ہوئی دھات اس لیے انتقال سے قرار داد کے لحاظ سے مجموعہ کا مثبت قطب ہے۔ حل شدہ شئے کا انتقال ہمیشہ اس طرح کا ہوتا ہے کہ اس سے ارتکاز کا اختلاف کم ہوتا جاتا ہے۔ بنابریں کسی یک گرفتی دھات اور اسی دھات کے نظری روان کے عشر طبعی محلول کے درمیان ۲۵° در پر برقیری قوۃ، اسی دھات اور اس کے روان کے طبعی محلول کے درمیان کے برقیری قوۃ کی بہ نسبت ۰.۰۵۹ وولٹ زیادہ منفی ہوتا ہے۔ اس لیے برقیری قوتوں کی فہرست، طبعی محلولات کے علاوہ

کسی اَور ارتکاز کے محلولات کے لیے بسہولت مرتب کی جاسکتی ہے۔ زیادہ گرفت کے زیر برقیرہوں کے لئے، ترقیق کی دہ گُنا تبدیلی کے لیے برقیری قوہ کی تبدیلی $\frac{۰٫۰۵۹}{ن}$ ہوتی ہے جہاں ن سے مُراد "برقی گرفت" ہے۔ مثلاً "زنک ائیون" کے عُشر طبعی محلول میں جست کا برقیرہی قوہ

$$-۱٫۰۴ - \frac{۰٫۰۵۹}{۲} = -۱٫۰۷$$ وولٹ

ہوتا ہے۔

چونکہ مساوی برقی گرفت والی دو دھاتوں مثلاً تانبا اور جست کے برقیرہی قوتوں پر، اُن محلولات کے ارتکاز کے تغیر سے، جن کے ساتھ وہ مَس کررہے ہوں، ایک ہی حد تک اثر ہوتا ہے، اِس لیے ڈینیل کے خانہ کا محرکۂ برق، جہاں تک یہ محلول کے ساتھ دھات کے تماس پر مبنی ہوتا ہے، تغیر ارتکاز سے غیر متغیر رہتا ہے بشرطیکہ کاپر سلفیٹ اور زنک سلفیٹ کے محلولات مساوی روانی ارتکاز کے ہوں۔ خواہ وہ ارتکاز کیسے ہی تبدیل ہو۔

برقیرہی قوتوں کی فہرست میں دھاتوں کی ترتیب، بالعموم دھاتوں کی **برقی کیمیائی فہرست** کہلاتی ہے اور چند مستثنیات کے ساتھ اس ترتیب کو ظاہر کرتی ہے جس میں دھاتیں، اپنے نمکوں کے محلولات سے ایک دوسرے کو ہٹاتی ہیں۔ مثلاً "مگنیسیم" کسی جستی نمک کے محلول سے جست کو ہٹاتا ہے۔ جست، تانبے کے کسی نمک کے محلول سے تانبے کو ہٹاتا ہے، اور تانبا، چاندی کو ہٹاتا ہے۔ فہرستِ بالا میں "ہائیڈروجن" کا مقام قابلِ غور ہے۔ تمام دھاتیں جو فہرست میں اس سے پہلے آتی ہیں، وہ اسے کسی ترشہ مثلاً "ہائیڈروکلورک ترشہ" سے ہٹانے کی قابلیت رکھتی ہیں اور وہ دھاتیں جو اس کے بعد مذکور ہیں، صرف استثنائی حالتوں میں اسے کسی ترشہ سے ہٹا سکتی ہیں۔

مثلاً بسا اوقات ایسا ہوتا ہے کہ اس قوہ پر، جو کسی دھاتی برقیرہ پر کسی خاص محلول میں ازروئے نظریہ "ہائیڈروجن" کے آزاد کرنے کے لیے درکار ہوتا ہے، "ہائیڈروجن" گیس بالکل خارج نہیں ہوتی بلکہ نظری قیمت کی

بہ نسبت بہت زیادہ بلند قوّوں پر بھی "ہائیڈروجن" کی معتدبہ مقدار حاصل نہیں ہوتی۔ ایسی حالتوں میں قوّہ کی نظری قیمت سے زائد جو واقعی قیمت ہوتی ہے اُس کو زیر برقیرہ کا زائد وولٹیج (Overvoltage) کہتے ہیں۔ اور وہ دھات دھات کے لیے مختلف ہے۔

معمولی حالات کے تحت، دھاتی نمکوں میں سے ہائیڈروجن کے ذریعہ سے دھاتوں کا ہٹاؤ سہولت کے ساتھ واقع نہیں ہوتا۔ اگر ہائیڈروجن، "پلاٹینم کلورائیڈ" کے محلول (کلوروپلاٹینک ترشہ Chloroplatinic acid) میں گزاری جائے تو "پلاٹینم" دھات مترسب ہوتی ہے لیکن اسی قسم کے برتاؤ سے کاپر سلفیٹ کے محلول پر کچھ اثر نہیں ہوتا حالانکہ فہرست میں تانبا، ہائیڈروجن کے بعد آتا ہے۔ لیکن اگر ۹۰°م پر کاپر سلفیٹ کے محلول پر ۱۰۰ کرۂ ہوائی دباؤ والی "ہائیڈروجن" عمل کرے تو تانبا دھاتی حالت میں کامل طور پر مترسّب ہوجاتا ہے۔

جب کوئی دھات، جو برقی کیمیائی فہرست میں ہائیڈروجن سے پہلے واقع ہے، اسی فہرست میں ہائیڈروجن سے پہلے کی کسی دُوسری دھات کے نمک کے آبی محلول سے مس کی جاتی ہے تو بظاہر دو امور وقوع پذیر ہوسکتے ہیں۔ مثال کے طور پر زنک سلفیٹ کے محلول میں میگنیسیم کی حالت پر غور کرو۔ میگنیسیم دھات عام تپش پر بھی، ہائیڈروجن کے اخراج کے ساتھ پانی کو تحلیل کر دیتی ہے۔ پس جب یہ "زنک سلفیٹ" کے محلول سے مَس کی جاتی ہے تو یہ پانی میں سے ہائیڈروجن کو ہٹا سکتی ہے لیکن یہ "زنک سلفیٹ" سے جست کو بھی ہٹا سکتی ہے۔ امر واقعہ یہ ہے کہ یہ دونوں عمل ایک ہی وقت میں واقع ہوتے ہیں۔ ہائیڈروجن ابتداء سے ہی بتدریج آزاد ہونی شروع ہو جاتی ہے اور جست "میگنیسیم" کے اوپر مطروح ہوتا جاتا ہے۔ جوں جوں عمل ترقی کرتا ہے، ہائیڈروجن کا اخراج زیادہ تیز ہوتا جاتا ہے۔ بظاہر اس کا سبب یہ ہوسکتا ہے کہ جست اور میگنیسیم (جست تانبے کے جفت کی طرح) ایک جفت (Couple) بناتے ہیں جو تحلیل آب

کے اعتبار سے، ان میں سے کسی واحد دھات کی بہ نسبت بہت زیادہ عامل ہوتا ہے۔

ایلومینیم دھات ہائیڈروکلورک ترشہ میں بسہولت حل ہو جاتی ہے لیکن ہلکے آکسیجن ترشوں مثلاً سلفیورک ترشہ اور نائیٹرک ترشہ میں، نقطۂ جوش پر بھی، اس کے اوپر عملاً کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اسی قسم کی ایک خلافِ قاعدہ بات تانبے کے نمکوں کے محلولات پر ایلومینیم کے عمل میں پائی جاتی ہے۔ "کاپر نائیٹریٹ" اور "کاپر سلفیٹ" تانبے کے مطروح ہوئے بغیر ایلومینیم سے مَس کیے جاسکتے ہیں لیکن اگر کاپر کلورائیڈ استعمال کیا جائے یا "سوڈیم کلورائیڈ" "کاپر سلفیٹ" یا "کاپر نائیٹریٹ" کے محلولات میں ڈالا جائے تو تانبا فوراً مطروح ہو جاتا ہے۔ اس غیر معمولی سلوک کی توجیہ غالباً یہ ہے کہ متعدد حالات کے تحت دھاتی "ایلومینیم" کے اوپر ہائیڈرآکسائیڈ یا اساس دار نمک کی ایک محافظ تہ پیدا ہو جاتی ہے۔

چونکہ مندرجۂ جدول برقیری قوتوں کا اطلاق، دھاتوں کے اوپر، ان کے نظیری روانات کے طبعی محلولات میں، ہوتا ہے اور نیز چونکہ برقیری قوتیں دھاتی روان کے ارتکاز کی کمی کے ساتھ زیادہ منفی ہوتے جاتے ہیں یعنی جدول کے منفی سرے کی طرف منتقل ہوتے ہیں، صاف ظاہر ہے کہ قوتوں کی جدول میں معین مقاموں یا محل کے لحاظ سے، اس امر کے لیے، کہ کوئی دھات ا کسی اور دھات ب کو اس کے نمکوں کے محلولات میں سے ہٹا سکے، سب سے زیادہ موزوں شرائط یہ ہیں کہ دھاتی روان ا کا ارتکاز کم از کم ہو اور دھاتی روان ب کا ارتکاز زیادہ سے زیادہ ہو۔ مثلاً میگنیسیم سے پانی کی تحلیل بہت آہستہ آہستہ ہوتی ہے۔ کیونکہ پانی میں ہائیڈرائیون کا ارتکاز بہت ہی قلیل ہوتا ہے۔ لیکن اگر پانی میں ترشہ ملا لیا جائے تو ہائیڈرائیون کا ارتکاز زیادہ ہو جانے کے باعث عمل بہت زیادہ تیز ہو جاتا ہے۔ میگنیسیم ہائیڈرآکسائیڈ جو پانی پر میگنیسیم کے عمل سے پیدا ہوتا ہے بہت کم حل پذیر ہے لیکن تاہم بوجہ اپنی نسبتہً زیادہ روانیت کے، یہ نہ صرف

محلول میں میگنیسیم آئیون مہیا کرتا ہے بلکہ ہائیڈر آکسائیڈ ائیون کا ارتکاز بڑھانے سے ہائیڈر ائیون کا ارتکاز بہت کم کر دیتا ہے کیونکہ ہائیڈر ائیون اور ہائیڈر آکسائیڈ ائیون کے ارتکاز کا حاصل ضرب مستقل رہنا چاہیے (دیکھو صفحہ ، طبیعی کیمیا۔ حصۂ دوم)۔ پانی میں امونیم کلورائیڈ شریک کرنے سے ان دونوں الطائی اثرات کا ازالہ کرنا ممکن ہے۔ اول یہ کہ بخوبی روانی میگنیسیم ہائیڈر آکسائیڈ کی جگہ امونیم ہائیڈر آکسائیڈ جو امونیم کلورائیڈ کی افراط کے ہوتے ہوئے بمشکل تمام روانی ہوتا ہے، لے لیتا ہے۔ اس طور سے ہائیڈر آکسائیڈ آئیون کا ارتکاز کم رہتا ہے اور ہائیڈر ائیون کا ارتکاز اس کمی کے تناسب بڑھ جاتا ہے۔ دوم یہ کہ ایک پیچیدہ امونیائی رواں جس میں میگنیسیم شریک ہوتا ہے، پیدا ہو جاتا ہے اور اس طور سے موخر الذکر کے ائیون کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ بنا بریں امونیم کلورائیڈ کے اوسط درجہ مرتکز محلول کے ساتھ میگنیسیم ہائیڈروجن کو تیزی سے آزاد کرتا ہے۔

جست اور ایلومینیم دونوں کاوی قلیوں کے محلولات میں سے ہائیڈروجن کو آزاد کر دیتے ہیں۔ یہاں ہائیڈر آئیون کا ارتکاز لازماً بہت ہی قلیل ہوتا ہے، اس کی تلافی محلول میں جست کے ائیون اور ایلومینیم کے ائیون کے بالکل نہ ہونے سے ہو جاتی ہے کیونکہ حل شدہ دھاتیں حال شدہ زنکیٹ (Zincate) اور ایلومی نیٹ (Aluminate) کے زبر رواں (Anions) میں مبدّل ہو جاتی ہیں۔ ایلومینیم، زنک کلورائیڈ کے آبی محلول میں سے جست کو خارج نہیں کرتا لیکن اگر زنک کلورائیڈ کے محلول میں اس قدر کاوی سوڈا ملایا جائے کہ ہائیڈر آکسائیڈ کا رسوب جو کہ شروع میں پیدا ہوتا ہے، سوڈیم زنکیٹ کی شکل میں حل ہو جائے تو پھر ایلومینیم، محلول میں سے دھاتی جست کو بخوبی مترسب کرتا ہے۔ اس کا باعث یہیں یہ سمجھنا چاہیے کہ سوڈیم ایلومینیٹ کے محلول میں ایلومینیم ائیون کا ارتکاز، سوڈیم زنکیٹ کے محلول میں زنک ائیون کے ارتکاز کی بہ نسبت بہت کم ہوتا ہے۔ اگرچہ دونوں ارتکاز مطلقاً بہت ہی قلیل ہوتے ہیں۔

محلول میں سے کسی دھاتی ائیون کو ایک پیچیدہ روان کی شکل میں خارج کر دینے سے، ایسے دو عناصر کی جگہوں کو، جو برقی کیمیائی فہرست میں ایک دوسرے سے بہت دور واقع ہوں، الٹ دینا ممکن ہے۔ مثلاً (پلاٹینم سے مس کرتا ہوا) دھاتی تانبا، پوٹاسیئم سائنائیڈ کے محلول سے ہائیڈروجن کو بخوبی ہٹا سکتا ہے کیونکہ جس قدر تانبا حل ہوتا ہے وہ ایک پیچیدہ کیوپروسائنائیڈ ائیون (Cuprocyanide ion) کا جزو بن جاتا ہے (صفحہ ۲۰۰ طبیعی کیمیا۔ حصہ دوم) بناء بریں محلول میں کیوپرک ائیون (Cupric ion) بالکل موجود نہیں ہوتا۔ اسی طرح اور اسی سبب کے باعث جست محلول میں سے، جس میں پوٹاسیئم سائنائیڈ بافراط موجود ہو دھاتی تانبے کے ذریعہ سے جست کو خارج کرنا ممکن ہے۔

ارتکاز کے ساتھ قوۃ کی تبدیلی کے لیے جو ضابطہ ہے اس سے ظاہر ہے کہ کوئی دھات کسی دوسری دھات کو محلول سے مکمل طور پر ہٹا نہیں سکتی۔ نظریہ کی رُو سے ہمیشہ توازن کا ایک مقام حاصل ہو سکتا ہے جو ارتکازات کی نسبت پر منحصر ہوتا ہے۔ مصرحۂ بالا مثالوں سے واضح ہے کہ ایک دھات سے دوسری دھات کے ہٹاؤ کی تعیین اکثر ان کے روانی ارتکازات کی نسبت کے ذریعہ سے ہوتی ہے حالانکہ ممکن ہے کہ یہ ارتکازات خود اس قدر قلیل ہوں کہ ہمارے معمولی ذرائع تحقیقات ان کی تخمین سے قاصر ہوتے ہوں۔

روانات کے تغیر ارتکاز سے، محرکۂ برق کا تغیر، بسا اوقات بہت قلیل روانی ارتکازات کی تخمین کے لیے، جن کی براہِ راست پیمائش ممکن نہیں ہوتی، استعمال کیا جاتا ہے۔ مثلاً کسی کیوپروسائنائیڈ (Cuprocyanide) کے محلول میں، تانبے کے قوۃ کی پیمائش سے، ایسے محلول میں کاپر ائیون کے لانہایت قلیل ارتکاز کی تخمین ممکن ہے۔

محرکۂ برق کی پیمائش کے توسط سے قلیل روانی ارتکاز کی تخمین کی مثال کے طور پر ہم پوٹاسیئم کلورائیڈ کے عشر طبعی محلول میں سلور کلورائیڈ کی حل پذیری کا اندازہ لگاتے ہیں۔ مفصلۂ ذیل مجموعہ (Combination) بنایا جاتا ہے:—

Ag | 0·1*n* $AgNO_3$ | 0·1*n* KNO_3 | 0·1*n* KCl Saturated with AgCl | Ag

یعنی ایک قطب، عُشرِ طبعی "سلور نائیٹریٹ" کے محلول میں ایک نقرئی برقیرہ ہوتا ہے اور دُوسرا قطب، چاندی کا ایک تار ہوتا ہے جس کے اوپر سِلور کلورائیڈ کی ایک تہ جمی ہوئی ہے (ثانی الذکر قطب اس طور پر کیلول کے برقیرہ کے مشابہ ہوتا ہے) اور یہ پوٹاسیئم کلورائیڈ کے ایک عُشرِ طبعی محلول میں جس کو "سلور نائیٹریٹ" کے چند قطروں کے اضافہ سے، سِلور کلورائیڈ کے ساتھ سیر کیا ہوتا ہے، ڈوبا ہوتا ہے۔ تا کہ دونوں محلولات کے تعامل سے ایک دُوسرے میں رسوب پیدا نہ ہو، ان کے بیچ میں "پوٹاسیئم نائیٹریٹ" کا ایک عُشرِ طبعی محلول ایک لا۔ نلی میں حائل کیا جاتا ہے۔ مشاہدہ کردہ محرکۂ برق ۲۵° م پر ۰٫۴۵ وولٹ ہوتا ہے۔ یہ برقیرہی قوّوں پر اور مختلف برق پاشیدوں کے اتصال پر کے نفوذی قوّوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ موجودہ مثال میں، موخر الذکر نظر انداز کیے جا سکتے ہیں کیونکہ یہ تجربی خطا کے حدود کے اندر آتے ہیں۔ اس طور پر دونوں نقرئی برقیرہوں پر برقیرہی قوّوں کا تفاوت ۰٫۴۵ وولٹ ہوتا ہے جس کا باعث ایک طرف تو سِلور نائیٹریٹ کے محلول میں اور دوسری طرف سِلور کلورائیڈ کے محلول میں چاندی کے روان کے ارتکاز کا اختلاف ہے۔ ۲۵° م پر ضابطہ مندرجۂ (صفحہ ۲۳۴ طبیعی کیمیا حصہ دوم) کی وساطت سے

$$۰٫۴۵ = ۰٫۰۵۹ \text{ لوک } \frac{ر_۱}{ر_۲}$$

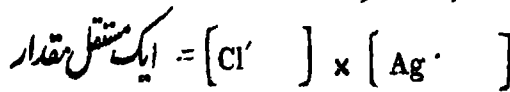
ر۱ یعنی سِلور نائیٹریٹ کے عُشرِ طبعی محلول میں سادہ افتراقی مفروضہ کی بنا پر Ag کا ارتکاز تقریباً ۰٫۰۸۴ ہے اس لیے

$$۰٫۴۵ = ۰٫۰۵۹ \,(\text{لوک } ۰٫۰۸۴ - \text{لوک } ر_۲)$$

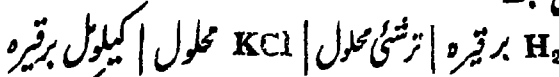
یعنی

$$ر_۲ = ۱٫۹۵ \times ۱۰^{-۹} \text{ طبعی}$$

اس نتیجہ سے (یعنی پوٹاسیئم کلورائیڈ کے عُشرِ طبعی محلول میں سِلور کلورائیڈ کی حل پذیری سے) خالص پانی میں سِلور کلورائیڈ کی حل پذیری کے معلوم کرنے کے لیے ہم مستقل حل پذیری حاصلِ ضرب کا قاعدہ استعمال کر سکتے ہیں، یعنی

$$[Cl'] \times [Ag^{\cdot}] = \text{ایک مستقل مقدار}$$

استعمال کرتے ہیں۔ اس طریقے کے فوائد یہ ہیں کہ توازن بہت جلد قائم کیا جاتا ہے۔ پلاٹینم کو پلاٹینائز (Platinise) کرنے کی ضرورت نہیں اور نہ خالص ہائیڈروجن کی رَو کی ضرورت داعی ہوتی ہے۔ یہ طریقہ تعدیلی حالت سے ذرا ہٹ کر قلوی حالت میں جو محلول ہوتے ہیں، اُن کے ہائیڈرائیون کے ارتکاز کی تخمین کے لیے استعمال نہیں کیا جاسکتا اس لیے کہ کوئینول کی فطرت تُرشئی ہے اور اس کے نمک کُرۂ ہوائی آکسیجن سے بآسانی تکسید ہو جاتے ہیں۔

حل شدہ اشیاء کی تعیین کے لیے اس وقت برق پیمائی معائرے بکثرت استعمال ہوتے ہیں۔ بطور مثال اگر ہم کو ایک ترشئی محلول کا ایک قلوی محلول کے ساتھ معائرہ مقصود ہو تو ہم کسی منظر کو استعمال کیے بغیر قلی کے بتدریج ملانے سے ترشئی محلول میں ہائیڈرائیون کے ارتکاز میں جو تغیر پیدا ہوتا ہے اس کو ایک ہائیڈروجن کے برقیرہ کی مدد سے ملاحظہ کر کے معائرہ کر سکتے ہیں۔ ہم مندرجۂ ذیل مجموعہ تیار کرتے ہیں :-

H_2 برقیرہ | ترشئی محلول | KCl محلول | کیلول برقیرہ

قلی کے ملانے سے ہائیڈرائیون کے ارتکاز میں جیسے جیسے کمی واقع ہوتی ہے، مجموعہ کا وولٹیج متغیر ہوتا جاتا ہے اور یہ تغیر نقطۂ تعدیل کے قرب و جوار میں، قلی کی ایک قلیل مقدار جب اضافہ کی جاتی ہے تو بہت بڑا ہوتا ہے۔ کیونکہ اس موقع پر قلوی محلول کا صرف ایک قطرہ ہائیڈرائیون کے ارتکاز میں ایک ہزار گُنا کمی پیدا کر سکتا ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۷۶ طبیعی کیمیا حصۂ دوم)۔ پس اگر ہم وولٹیج کی بمقابلہ مقدار قلی جو ملائی جاتی ہے، ترسیم کھینچیں تو ہمیں ایک منحنی حاصل ہوگا جس میں نقطۂ تعدیل پر وولٹیج کا ایک اچانک اور بڑا تغیر پایا جائیگا۔ اس تعدیلی حالت کو پہنچنے کے لیے قلی کی جس مقدار کی ضرورت ہوگی اس کو ہم اس طرح بہت صحت کے ساتھ دریافت کر سکتے ہیں۔

مناسب برقیرے اور پیمائش کے موزوں برقی طریقے استعمال کرنے سے برق پیمائی معائرے تکسید، تحویل اور ترسیب کے تعاملات میں بھی بکار آمد ہو سکتے ہیں۔

مزید معلومات کے لیے دیکھو:

ایم-لی بلانک[1] ٹکسٹ بک آف ایلکٹرو کیمسٹری[5] (برقی کیمیا) سنہ ۱۹۲۰ء-

آر-اے-لیفلٹ[2] کی برقی کیمیا[5] سنہ ۱۹۱۸ء-

ایچ-اے کرائٹن[3] کی پرنسپلز آف ایلکٹرو کیمسٹری[5] (اصول برقی کیمیا) سنہ ۱۹۲۴ء-

این-ٹی-ایم-ولزموور[4] کا مضمون (Electrode potentials برقیرہ[8] سے)

Zeitschrift für physikalische chemie, ۳۵ سنہ ۱۹۰۰ صفحہ (۲۹۱)-

ڈبلیو-اسٹوالڈ[5] ایضاً صفحہ ۳۳۳-

ارونگ لانگمور[6] کا "تماسی قوتوں اور برقی کیمیائی عمل کے درمیانی تعلق"[9]

Trans. Amer. Electro-chemical Society ۲۹ سنہ ۱۹۱۶ء صفحہ ۱۲۵-

جے-اے-وی-بٹلر[7] کا مضمون "گلوانی خانے میں محرکۂ برق کا محل"[10]

Phil. Mag. ۴۸ سنہ ۱۹۲۴ء صفحہ ۹۲۷-

ھ۱ M. Le Blanc

ھ۲ R. A. Lehfeldt

ھ۳ H. J. Creighton

ھ۴ N. T. M. Wilsmore

ھ۵ W. Ostwald

ھ۶ Irving Langmuir

ھ۷ J. A. V. Butler

ھ۸ Electro-Chemistry

ھ۹ "The relation between contact potentials and electro-chemical Action."

ھ۱۰ On the Seat of the Electromotive Force in the Galvanic cell.

باب سی و یکم

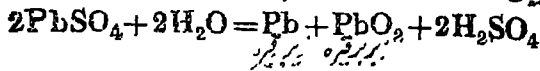
تقطیب اور برق پاشیدگی

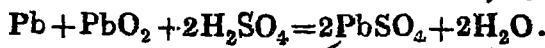
جب تک ہماری بحث انعکاس پذیر ترکیبوں تک محدود ہوتی ہے نظام میں
کمزور برقی رو کے گزرنے سے برقیرہ پر اور اس کے اِرد گرد مایع کی ماہیت پر
کچھ اثر نہیں پڑتا سوائے اس کے کہ برق پاشیدہ کا ارتکاز قدرے متغیر ہو سکتا
ہے لیکن اس تغیر سے محرکۂ برق پر بہت کم اثر پڑتا ہے۔ بنابریں ایسے
خانہ کا محرکۂ برق عملاً مستقل ہوتا ہے۔ اگر اس نظام کے اوپر نظام کے راست
محرکۂ برق کی بہ نسبت زیادہ مقدار کا متضاد محرکۂ برق عائد کیا جائے تو برقی
رو نظام کے اندر متضاد سمت میں گزریگی۔ چونکہ کوئی دھات اگر وہ اپنے کسی نمک
کے محلول میں ڈوبی ہوئی ہو تو وہ ایک انعکاس پذیر برقیرہ کا حکم رکھتی ہے اس لیے
ہم جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے ایک ہی دھات مثلاً تانبے کے دو ٹکڑوں کو
نیلے تھوتھے کے محلول میں ڈبو کر صفر محرکۂ برق کا ایک انعکاس پذیر خانہ بنا سکتے
ہیں۔ اس نظام پر قلیل سے قلیل محرکۂ برق کے عمل سے برقی رو سیدھی یا
اُلٹی سمت میں پیدا ہو جائیگی تانبا ایک برقیرہ پر مطروح ہوگا اور دوسرے پر
سے حل ہوتا جائیگا اور اگر نیلے تھوتھے کا ارتکاز برقیروں کے گرد ایک ہی قیمت (مثلاً
تجربی تپش پر نقطۂ سیری) پر قائم رکھا جائے تو رو ایک غیر معین عرصہ تک

جاری رہ سکتی ہے۔ اب فرض کرو کہ نیلے تھوتھے کے محلول میں تانبے کے برقیروں کے بجائے پلاٹینم کے برقیرے استعمال کیے جاتے ہیں "ترکیب" کا محرکۂ برق اب بھی صفر ہے لیکن ہم دیکھتے ہیں کہ جب تک محرکۂ برق کی قیمت ایک معین مقدار سے کم رہتی ہے برقی رَو نظام میں سے نہیں گزر سکتی۔ اس اختلاف کا سبب صاف ظاہر ہے۔ جونہی کہ برقی رَو نظام میں سے گزرتی ہے ایک برقیرہ پر تانبا مطروح ہوتا ہے اور آکسیجن اور سلفیورک ترشہ کی پیدائش کے ساتھ دوسرے برقیرہ پر سلفیٹ ائیون خارج ہوتا ہے۔ برقیرے اور اُن کے گرد کے محلولات اب وہ نہیں رہے جو ابتداءً تھے، کیونکہ نیلے تھوتھے کے محلول میں ڈوبی ہوئی پلاٹینم کی دو تختیوں کے بجائے اب "پلاٹینم" کی ایک تختی زیریں برقیرہ (Cathode) پر تانبے کی ایک ہلکی تہ جمی ہوتی ہے، اور پلاٹینم کی دوسری تختی (زبر برقیرہ Anode) پر آکسیجن کی ایک تہ جمی ہوتی ہے اور اُس کے گرد نیلے تھوتھے اور سلفیورک ترشہ کا آمیزہ ہوتا ہے۔ موخرالذکر قسم کے نظام کا ایک ذاتی محرکۂ برق ہوتا ہے جو راست محرکۂ برق کے خلاف عمل کرتا ہے اور اگر ثانی الذکر بہت قلیل ہو تو اس کی تعدیل کر دیتا ہے۔ مقلوب محرکۂ برق **تقطیب کا محرکۂ برق** کہلاتا ہے اور غیر انعکاس پذیر برقیروں کے ساتھ ہمیشہ موجود ہوتا ہے۔ جب راست محرکۂ برق، تقطیب کے محرکۂ برق کی بہ نسبت زیادہ طاقتور ہوتا ہے تو ایک ہموار اور نا متغیر رَو نظام میں سے گزرتی ہے۔ زبر برقیرہ پر سے آکسیجن خارج ہوتی ہے اور اس کے گرد سلفیورک ترشہ جمع ہو جاتا ہے۔ اب اگر راست رَو بند کر دی جائے تو تقطیب کا محرکۂ برق اصلی رَو کی مخالف سمت میں ایک تقطیبی رَو پیدا کریگا اور یہ رَو بہ سرعت کم ہونے والی شرح سے بہتی رہیگی یہاں تک کہ نظام پھر حالتِ توازن میں آجائیگا۔ مثال زیر بحث میں راست رَو کے مسلسل عمل کے حاصلوں میں سے ایک یعنی آکسیجن کا بیشتر حصہ نظام میں سے خارج ہو جاتا ہے اور اس کی بہت قلیل مقدار "پلاٹینم" میں جذب ہوتی ہے، بنا بریں آکسیجن کی اس قلیل مقدار کے جلد ہی ختم ہو جانے کے باعث تقطیبی رَو تقریباً آناً فاناً کالعدم ہو جاتی ہے۔ ثانوی یا ذخیرہ خانوں کے عمل کا انحصار اسی تقطیبی رَو پر ہوتا ہے۔ ان کی ایک عام قسم میں خانہ جبکہ انبر قائی حالت میں ہوتا ہے

تو اس کے برتیرے سیسے اور سیسے کے سلفیٹ کے بنے ہوئے تہ دیے جا سکتے ہیں جو کہ آب آمیز سلفیورک ترشہ میں ڈوبے ہوتے ہیں۔ دھاتی سیسا' لیڈ سلفیٹ کے لیے بطور سہارا اور موصل کا کام دیتا ہے۔ مشابہ برقیرہوں اور ایک مائع کی ایسی "ترکیب" کا محرکۂ برق کچھ نہیں ہوتا ہے۔ لیکن جب ایسے نظام میں سے برقی رَو گزاری جاتی ہے تو ذیل کا عمل واقع ہوتا ہے :-

$$2PbSO_4+2H_2O=Pb+PbO_2+2H_2SO_4$$

زیر برقیرہ زبر برقیرہ

"لیڈ سلفیٹ" زیر برقیرہ کے اوپر سفنجی سیسے میں اور زبر برقیرہ کے اوپر لیڈ ڈائی آکسائیڈ (Lead dioxide) میں متبدل ہو جاتا ہے اور سلفیورک ترشہ کا ارتکاز بڑھ جاتا ہے۔ اِس حالت میں راست رَو یعنی برقانے والی رَو کے جملہ حاصل' خانہ کے اندر موجود رہتے ہیں اس لیے لیڈ سلفیٹ کی ایک بہت بڑی مقدار اس طور پر دھات اور پر آکسائیڈ (Peroxide) میں تبدیل کی جا سکتی ہے۔ جب برقانا مکمل ہو جاتا ہے اور دونوں برقیرے ایک بیرونی موصل کے ذریعے سے ملا دیے جاتے ہیں تو تقریباً ۲ وولٹ کا تقطیبی محرکۂ برق' فی الفور ایک رَو یعنی اخراجی رَو کو' برقانے والی رَو سے مخالف سمت میں بہانا شروع کر دیتا ہے۔ یہ عمل' بہت آہستہ کم ہونے والے محرکۂ برق کے ساتھ جاری رہتا ہے حتیٰ کہ سیسا اور لیڈ پر آکسائیڈ کی ایک معتدبہ مقدار' مساواتِ ذیل کے مطابق جو سابقہ مساوات کے برعکس ہے' دوبارہ لیڈ سلفیٹ میں متبدل ہو جاتی ہے :-

$$Pb+PbO_2+2H_2SO_4=2PbSO_4+2H_2O.$$

اس حالت میں تقطیبی رَو کے دیر تک برقرار رہنے کا سبب یہ ہے کہ باوجودیکہ یہاں برقیری مادہ کی ایک بہت بڑی مقدار مستحل ہوتی ہے لیکن برقیروں کی ماہیت میں کوئی اہم تغیر واقع نہیں ہوتا۔

کسی "ترکیب" کے تقطیبی محرکۂ برق کی راست رَو کے دَور کے انقطاع کے فوراً بعد' تقطیبی رَو کے دَور کو جاری کر کے ایک پیمائشی آلہ کے ذریعے سے

تحقیق کی جا سکتی ہے۔ یہ عمل جس قدر سرعت کے ساتھ چاہیں ایک دوشاخے کے ارتعاش کے توسط سے بار بار دوہرایا جا سکتا ہے۔ ارتعاش سے راست رَو کا دَور باری باری سے جس وقت جوڑا اور توڑا جائیگا ٹھیک اُسی وقت تقطیبی رَو کا دَور توڑا اور جوڑا جائیگا۔ اگر ارتعاش کی شرح کافی زیادہ ہو تو اس کے یہ معنی ہوئے کہ ایک ہموار ابتدائی رَو سے جو ہموار تقطیبی رَو پیدا ہوتی ہے اس کے محرکۂ برق کی تخمین کی جاتی ہے۔

بعض اوقات زیر برق اور زبر برقی تقطیب کی علٰحدہ علٰحدہ تحقیقات کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس غرض کے لیے ایک تیرا برقیرہ بالعموم غیر تقطیب پذیر کیلول کا برقیرہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو تقطیبی دَور میں زیر تحقیقات برقیرہ کے ساتھ مربوط کیا جاتا ہے۔ چونکہ غیر تقطیب پذیر برقیرہ کا محرکۂ برق معلوم ہوتا ہے لہٰذا دوسرے برقیرہ کی تقطیب، دَور کے مجموعی محرکۂ برق کے ذریعہ سے بسہولت محسوب کی جا سکتی ہے۔

صفحہ ۲۲۹ پر زیر رہ والوں (Cations) کے لیے اختیار کردہ معیاروں کے لحاظ سے اگر ہم زبر رہ والوں (Anions) کے برقیرہی قوتوں پر غور کریں اور علامت کی قرارداد بھی وہی رکھیں تو ہمیں مندرجۂ ذیل جدول حاصل ہوگی:-

طبعی برقیرہی قوّے ۲۵° پر

	ب س	ب ھ
Te, Te″	-۱٫۱۱	-۰٫۸۳
S, S″	-۰٫۷۹	-۰٫۵۱
O_2, OH′	+۰٫۱۲	+۰٫۴۰
I_2, I′	+۰٫۲۵	+۰٫۵۳
Br_2, Br′	+۰٫۷۸	+۱٫۰۶
Cl_2, Cl′	+۱٫۰۸	+۱٫۳۶

ان زیر رہ والوں (Cations) کے مقابلہ میں جو خارج ہونے پر بطور دھاتوں کے

موجود رہ سکتے ہیں، ایسے زبر روانوں (Anions) کی تعداد جو خارج ہونے کے بعد آزادانہ وجود کے قابل ہوں کم ہے۔ چونکہ مندرجۂ بالا فہرست کے عناصر منفی برق کے ساتھ ترکیب کھا کر رواں (Ion) بناتے ہیں نہ کہ مثبت برق کے ساتھ مل کر، ترتیب جس کے لحاظ سے وہ ایک دوسرے کو اپنے نمکوں میں سے ہٹا دیتے ہیں، (صفحہ ۲۲۹) میں دی ہوئی فہرست کی ترتیب کے برعکس ہے یعنی کوئی عنصر فہرست میں اپنے سے پہلے آئے ہوئے عناصر کو ہٹا دیگا نہ کہ اپنے سے بعد آنے والوں کو۔ واضح ہے کہ آکسیجن کی صورت میں یہ قاعدہ بعض قیود کے تابع ہے اس لیے کہ ممکن ہے کہ آکسیجن کے نمک بن جائیں۔

پہلے کی طرح اگر ارتکاز کو گھٹا کر اس کا دسواں حصہ کر دیا جائے تو ایک گرفتی زبر رواں (Anion) کا برقیرہی قوّہ بقدر ۰.۰۵۹ وولٹ تبدیل ہو جاتا ہے لیکن اس صورت میں آب آمیز محلول، مرتکز محلول کی بہ نسبت بقدر ۰.۰۵۹ زیادہ مثبت ہے چنانچہ عشر طبعی کلورائیڈ رواں کے متعلق قوّہ ۱.۴۰۸ + ۰.۰۶ = ۱.۴۶ وولٹ ہے۔

جدول میں جو برقیرہی قوّے دیے گئے ہیں ان کو برق پاشیدگی اور نیز رو کی پیدائش کے نقطۂ نظر سے دیکھ سکتے ہیں۔ طبعی زنک ائیون کے محلول میں جست اور طبعی برومائیڈ ائیون کے محلول میں برومین کی ترکیب بقدر ۰.۷۸ + ۱.۰۴ = ۱.۸۲ وولٹیج دیگا۔ برقی رو تار پر برومین کے برقیرہ سے نکل کر جست کے برقیرہ کو بہیگی۔ پس زنک برومائیڈ کے ایک طبعی محلول کو تحلیل کرنے کے لیے تقریباً ۱.۸۲ وولٹ کے مخالف سمت میں عمل کرنے والے محرکۂ برق کی ضرورت ہو گی۔ اگر ہم اس امر کی رعایت رکھیں کہ برومائیڈ ائیون دوہرا طبعی ہے اور زنک ائیون طبعی تو وولٹیج کی قیمت ۱.۸۰ ہو گی۔ زنک برومائیڈ کے لیے جو تحلیلی وولٹیج پست کثافت کی برقی رووں سے متعلق واقعی دریافت ہوا ہے، ۱.۸۰ ہے۔ بڑی رووں کے ساتھ تقطیب اور زاید وولٹیج (Overvoltage) کے اثرات کی وجہ سے اس وولٹیج کی قیمت بڑھ جاتی ہے۔ پانی کی منعکس یا انعکاس پذیر تحلیل کے لیے جس وولٹیج کی ضرورت ہو اس کو اسی طرح محسوب

کر سکتے ہیں۔

خالص پانی کو بلحاظ ہائیڈرائیون اور نیز بلحاظ ہائیڈراکسائیڈ ائیون ۱۰^-۷ طبعی لے سکتے ہیں۔ ہائیڈروجن برقیرہ کے پاس اس لیے قوہ −۰٫۲۸ − ۷ × ۰٫۰۵۹ = −۰٫۶۹ ہوگا اور آکسیجن برقیرہ کے پاس قوہ +۱٫۱۲ + ۷ × ۰٫۰۵۹ = +۰٫۵۳ ہوگا۔ پس حاصل مجموعی وولٹیج جس کی ضرورت ہوگی ۰٫۶۹ + ۰٫۵۳ = ۱٫۲۲ ہوگا۔ یہ قیمت تمام آبی محلولوں کے لیے صحیح آتی ہے ان کی ترشئیت خواہ کچھ بھی ہو۔ کیونکہ ہائیڈرائیون اور ہائیڈراکسائیڈ ائیون کے ارتکازوں کا حاصل ضرب ہمیشہ ۱۰^-۱۴ ہوتا ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۴۷ طبعی کیمیا حصہ دوم اور اس لئے ۱۴ × ۰٫۰۵۹ = ۰٫۸۲ ہر صورت میں طبعی قووں کے حاصل جمع یعنی ۰٫۲۸ + ۱٫۱۲ = ۱٫۴۰ میں اضافہ کرنا چاہیے۔ وولٹیج کی قیمت دونوں برقیروں کے مابین خواہ کسی طرح تقسیم ہو آکسیجن کے لئے برقیری قوہ کی قیمت کسی قدر مشتبہ ہے، کیونکہ ممکن ہے کہ پلاٹینم آکسیجن برقیرہ پر پلاٹینم کے آکسائیڈ بن جائیں۔ آکسیجن، ہائیڈروجن گیسوں کے خانہ کا وولٹیج جیسا کہ تجربہ کے ذریعہ سے تعین ہوا ہے تقریباً ۱٫۱۵ وولٹ ہے (صفحہ ۲۴۸ طبعی کیمیا حصہ دوم)۔ اگر تقطیب اور زاید وولٹیج (Overvoltage) نہوں تو یہ وولٹیج سلفیورک ترشہ یا کاوی سوڈا جیسے محلولات کو آکسیجن یا ہائیڈروجن کے اخراج کے ساتھ تحلیل کرنے کے لیے کافی ہونا چاہیے۔ جب تجربہ واقعی عمل میں آتا ہے برق پاشیدگی بمشکل دیکھنے میں آسکتی ہے تاوقتیکہ مستعملہ محرکۂ برق تقریباً ۱٫۷ وولٹ تک نہ پہنچ جائے۔ اس حالت میں بھی برق پاشیدگی خفیف ہوتی ہے اور وہ نیز صرف اس وقت ہوتی ہے جبکہ ۲ سے ۳ وولٹ تک کا محرکۂ برق استعمال ہوتا ہے۔ طبعی سلفیورک ترشہ میں ہم زبربرقیرہ (انیوڈ) قوہ کے لیے عملی قیمت + ۱٫۶۵ اختیار کر سکتے ہیں۔ پس اس محلول کی آزادانہ برق پاشیدگی کے لیے وولٹیج ۰٫۲۸ + ۱٫۶۵ = ۱٫۹۳ والی جاسکتی ہے۔

برق پاشیدی تشریح میں مختلف دھاتوں کے مختلف اخراجی قووں سے بسااوقات استفادہ کیا جاتا ہے۔ زنک ائیون کے طبعی محلول سے جو بہ حیثیت سلفیٹ موجود ہو جست کو مطرح کرنے کے لیے ۱٫۶۵ + ۱٫۰۴ = ۲٫۶۹ وولٹ

درکار ہوتے ہیں حالانکہ مشابہ محلول سے تانبا مطروح کرنے کے لیے صرف ۱٫۶۵ − ۰٫۰۶ = ۱٫۵۹ وولٹ درکار ہوتے ہیں۔ پس اگر برقی توانائی کا کوئی ایسا مبدا جس کا وولٹیج ان قیمتوں کے مابین ہو استعمال کیا جائے تو صرف تانبا محلول سے مطروح ہو سکتا ہے اور جست بالکل مطروح نہیں ہوگا۔ اگر نیلے تھوتھے کے محلول میں سلفیورک ترشہ ملا کر اسے طاقتور ترشئی بنایا جائے تو سیسے کا ایک ذخیرہ خانہ استعمال کرنے سے صرف تانبا مطروح ہوگا اور اس کے ساتھ ہائیڈروجن خارج نہیں ہوگی۔ اخراج ہائیڈروجن سے تانبے کی تہ کم ملتصق رہ جاتی ہے، لہذا تولنے کے لیے کم موزوں ہوتی ہے۔ معمولی حالات کے تحت سلفیورک ترشہ سے ہائیڈروجن کے معتدبہ اخراج کے لیے، جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے، ۱٫۹۳ وولٹ کی ضرورت ہوتی ہے جو کچھ وقت تک استعمال کیے ہوئے ایک ذخیرہ خانہ کے وولٹیج یعنی ۱٫۸ وولٹ سے قدرے زیادہ ہے۔ پلاٹینم کے برقیروں کے ساتھ طبعی کیوپرک اور سلفیٹ ائیونوں میں سے تانبا مطروح کرنے کے لیے صرف ۱٫۶ وولٹ درکار ہوتے ہیں۔ پس ایک ذخیرہ خانہ ہائیڈروجن خارج کیے بغیر تانبا مطروح کریگا۔ یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ جوں جوں محلول میں تانبے کی مقدار کم ہوتی جاتی ہے، بقیہ تانبے کو مطروح کرنے کے لیے زیادہ وولٹ درکار ہوتے ہیں بشرطیکہ سلفیٹ ائیون کا ارتکاز مستقل رہے۔ مثلاً کیوپرک ائیون کے عشر طبعی محلول سے تانبا صرف ۱٫۶ + $\frac{۰٫۰۶}{۲}$ = ۱٫۶۳ وولٹ کے ذریعہ سے اور دس لاکھویں طبعی محلول سے ۱٫۷۸ وولٹ کے ذریعہ سے مطروح ہو سکتا ہے، یہ وولٹیج بھی برقی ذخیرہ خانہ کے وولٹیج سے پست تر ہے چونکہ نیلے تھوتھے کے دس لاکھویں سالمی طبعی محلول میں تانبا صرف ۰٫۰۶۵ ملی گرام فی لیٹر موجود ہوتا ہے اس لیے صاف ظاہر ہے کہ ایک ذخیرہ خانہ کے مسلسل عمل سے تشریحی اغراض کے لئے ہائیڈروجن کے قابل لحاظ اخراج کے بغیر محلول، تانبے سے بالکل خالی ہو جائیگا۔

جب دو پلاٹینیائزڈ (Platinised) برقیرے ایک آکسیجن سے کرۂ ہوائی کے دباؤ پر سیر شدہ اور دوسرا اسی دباؤ پر ہائیڈروجن سے سیر شدہ کسی موصل محلول میں ڈبوئے جاتے ہیں تو وہ تقریباً ۱٫۱۵ وولٹ کا تفاوتِ قوہ ظاہر کرتے ہیں اور جب کسی موصل کے ذریعہ سے ملائے جاتے ہیں تو آکسی ہائیڈروجن کیسی خانہ بناتے ہیں۔

اگر اب ایک برقیرہ کسی تکسیدی عامل (Oxidising agent) کے محلول کے اندر رکھا جائے تو یہ کرۂ ہوائی سے مختلف "دباؤ" پر کے آکسیجن کے ایک امکانی مبدا کا کام دیتا ہے۔ اور اسی طرح دوسرا برقیرہ کسی تحویل عامل کے محلول میں رکھا جائے تو ہائیڈروجن کے ایک ایسے برقیرہ کا کام دیتا ہے جس کا "دباؤ" تحویل عامل کی طاقت پر منحصر ہوتا ہے (ملاحظہ ہو کون ہائیڈروجن برقیرہ صفحہ ۲۳۸)۔ تکسیدی اور تحویلی محلولوں میں پلاٹینم کے برقیروں کو ڈبو کر ان کا محرکۂ برق ناپنے سے ہم ان محلولوں کو اُن کی تکسیدی یا تحویلی طاقت کے لحاظ سے ترتیب دے سکتے ہیں۔ اس طرح امتحان کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ پرمنیگانیٹ (Permanganate) جو سلفیورک ترشے سے ترشایا جاتا ہے سب سے زیادہ طاقتور تکسیدی عاملوں میں شمار ہوتا ہے۔ اور سٹینس ہائیڈراکسائیڈ (Stannous hydroxide) قلوی محلول میں سب سے زیادہ طاقتور محلّلوں میں سے ایک محوّل ہوتا ہے۔

جب پوٹاشیم سلفیٹ (Potassium sulphate) جیسے کسی نمک کے محلول کی برق پاشیدگی ہوتی ہے تو برقیروں پر جو آکسیجن اور ہائیڈروجن نمودار ہوتی ہے آیا وہ برق پاشیدگی کے اوّلی یا ثانوی حاصل ہیں اس کے متعلق بہت بحث ہو چکی ہے جب مستعمل محرکۂ برق کی قیمت پانی کی تحلیلی قیمت سے صرف تھوڑی سی زیادہ ہوتی ہے تو اس میں کوئی شبہہ نہیں ہو سکتا کہ ایسے ملحی محلول کی برق پاشیدگی میں آکسیجن اور ہائیڈروجن اوّلی حاصل ہوتے ہیں۔ لیکن جب بڑے محرکۂ برق استعمال کیے جاتے ہیں اور برق پاشیدگی بہت مستعدی سے واقع ہوتی ہے تو آکسیجن اور ہائیڈروجن غالباً ثانوی حاصل ہوتے ہیں جو پانی پر اخراجی روانات کے عمل سے پیدا ہوتے ہیں (صفحہ ۲۵)۔

باب سی و دوم

جواہر اور سالمات کے ابعاد

گرام سالمی وزن اور ترکیبی وزن کے متعلق ہمارے قیاسات، جیسا کہ ہم سابقہ مباحث میں دیکھ چکے ہیں، مادہ کی ساخت سے متعلق کسی نظریہ کے تابع نہیں ہیں۔ ابتدائی غیر نامیاتی کیمیا کے اغراض عامہ کے لیے یہ عددی قیاسات کافی ہیں، لیکن جب ہم نامیاتی کیمیا کے واقعات پر بالعموم اور بالخصوص "ہم ترکیبی"[1] کے مظاہر پر نظر ڈالتے ہیں تو امور واقعہ کی تطبیق کے لیے، ساخت کے متعلق نظریے لابد معلوم ہوتے ہیں۔ مثلاً دو "ہم ترکیب" اشیاء، جیسے کہ "ایتھل الکوہل" (Ethyl alcohol) اور "متھل ایتھر" ہیں، بالکل یکساں ترکیب اور یکساں گرام سالمی وزن رکھتے ہیں تاہم ان کے خواص۔ کیمیائی اور طبیعی دونوں۔ بالکل جداگانہ ہیں۔ اس اختلاف کی سب سے آسان توجیہ یہ ہے کہ ساخت میں اختلاف فرض کیا جائے۔ سالمات کی ساخت کے اختلاف سے فوراً ساخت کی اکائیوں یا ذرّات کا خیال پیدا ہوتا ہے۔ کیمیائی ساخت کو

---

[1] Isomerism

سادہ طریقہ پر ظاہر کرنے کے لیے ڈالٹن[1] اور ایوگیڈرو[2] کے جوہری اور سالمی کلیے موجود ہیں۔ ساخت کی اکائیاں، مختلف عناصر کے جوہر ہیں، اور سادہ ترین ساخت گیسی ذرہ یا سالمہ ہے۔ اس کلیہ کے اعتبار سے، ترکیبی اوزان کا نظام، جوہری اوزان کا ایک نظام بن جاتا ہے اور گرام سالمی اوزان سالمات کے اضافی اوزان یا حقیقی سالمی اوزان بن جاتے ہیں۔ "ایتھل الکوہل" اور "میتھل ایتھر" کے خواص میں اختلاف کی توجیہ کے لیے یہ فرض کیا جاتا ہے کہ "ایتھل الکوہل" میں، کاربن کے دونوں جواہر، جو سالمہ کے اندر موجود ہیں، براہ راست ایک دوسرے سے متحد ہیں لیکن "میتھل ایتھر" میں آکسیجن کے ایک متوسط جوہر کے باعث وہ ایک دوسرے سے جدا ہیں۔ پندرھویں باب میں ساخت کے ذریعہ نوعی خواص کی متعدد مثالیں بتائی گئی ہیں۔ پس کیمیائی اغراض کے لیے اگر ہم یہ فرض کریں کہ مادہ کی تعمیر، ننھے ننھے ایک دوسرے سے جدا ذرّات کے اجتماع سے ہوئی ہے اور جیسا کہ ہم نویں باب میں دیکھ چکے ہیں، گیسوں کے طبیعی خواص کی توجیہ کے لیے بھی ایسا ہی فرضیہ قائم کرنا پڑتا ہے۔ اس لیے اس امر کی ضرورت پیش آتی ہے کہ مادّے کے ان بسیط ذرّات کی مطلق جسامت کے متعلق تحقیقات کی جائے۔

مادہ کے انتہائی صغیر ذرّات کی جسامت تقریبی طور پر متعدد مختلف طریقوں سے دریافت کی گئی ہے۔ بعض رنگین مرکبات کا رنگ ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ گنے تلطیف تک بھی دیکھا جا سکتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ایسے صبغہ کی چھوٹی سے چھوٹی قابلِ وزن مقدار، کم از کم ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ حصوں میں منقسم ہو سکتی ہے۔ "ایوسن" (Eosin) کے محلول کا اسیل اسپاری تزھر، کافی زبردست تنویر کے ساتھ، ایسے محلولات میں بھی، جن میں فی مکعب ملی میٹر صرف ۱۸-۱۰ ملی گرام "ایوسن" ہوتا ہے، مرئی ہوتا ہے۔ ماورائی خردبین کے

[1] Dalton   [2] Avogadro

ذریعہ سے ہم دعوے سے کہ سکتے ہیں کہ سونتی سونے کے ذرّات، جن کا قطر ۳ مہ مہ یعنی ۳×۱۰-۶ ملی میٹر سے بھی کم ہوتا ہے، موجود ہیں (باب ۲۱)۔
فیراڈے نے سونے کی باریک جھلیاں تیار کی تھیں جن کی دبازت کا اندازہ، اس نے روشنی کے طول موج کا ایک سواں حصہ، کیا تھا چونکہ جھلّی کی دبازت، ایک ذرّہ کی موٹائی سے کم نہیں ہوسکتی اس لیے فیراڈے کے اس مشاہدے کے مطابق، سونے کے ایک انتہائی ذرّہ کا قطر ۵ مہ مہ یا اس سے کم ہونا چاہیے۔ صابون کے بلبلوں اور تیل کی جھلیوں کے متعلق مشاہدات سے ۶ء۰ مہ مہ دبازت کی مسلسل جھلیوں کا وجود ثابت ہوتا ہے۔ ان مشاہدات سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرسکتے ہیں کہ مادّے کا عدم تسلسل معلوم کرنے کے لیے ایک ملی میٹر کے تقریباً دس لاکھویں حصہ سے کم جسامت کے اجزاء سے بھی چھوٹے اجزا کی ضرورت ہے۔ پس سالمی ابعاد کا بھی اسی انداز ہ لگایا جاسکتا ہے۔
گیسوں کے نظریۂ تحرک کے مفروضات کی بناء پر گیسی ذرّات کی مطلق جسامت کا تخمینہ لگانا ممکن ہے۔ اس قسم کے حسابی عمل میں عام طور پر یہ بات فرض کی جاتی ہے کہ ذرّات کروی ہیں اور ان کی جسامت سے مراد سالمی کرہ کا قطر ہوتا ہے۔ ہم پڑھ چکے ہیں (صفحہ ۱۲۲ حصہ اول) کہ معمولی حالات کے تحت، اپنے مستقیم راستہ میں ہوائی ذرّات کی رفتار تقریباً ۲۰ میل فی دقیقہ ہوتی ہے۔ اب اگر ہم ہوا سے بھرے ہوئے کسی برتن میں "برومین" (Bromine) کے بخار کا اوپر کی طرف نفوذ مشاہدہ کریں تو ہم دیکھینگے کہ نفوذ کا یہ عمل بہت ہی سست ہے اور اس کی شرح میلوں کی بجائے ملی میٹر فی دقیقہ میں ظاہر کی جاسکتی ہے۔ نظریۂ تحرک کی رُو سے اس سست نفوذ کا سبب ذرّات کے لاتعداد تصادم ہیں کیونکہ دو تصادموں کے درمیان اوسط آزاد راستہ انتہائی چھوٹا ہوتا ہے۔ صاف ظاہر ہے کہ کسی معین حجم میں، ایک معین اوسط رفتار سے متحرک ذرّات کی ایک معین تعداد کے درمیان تصادموں کی تعداد، صرف ذرّات کے

ابعاد پر منحصر ہوسکتی ہے۔ اگر ذرّات کے طبیعی ابعاد ہیچ ہوں تو ان میں کوئی تصادم نہ ہوگا۔ لیکن ذرّات جتنے بڑے ہونگے ان کے تصادم بھی زیادہ کثرت سے ہونگے۔ اگر ہم اس مسئلہ پر غور کریں کہ کسی غیر شے کے سالمے مثلاً "بروین" کے ایک سالمہ کو اوپر کی جانب حرکت کرتے ہوئے ہوا کے ایک افقی طبقہ میں سے پار گزرنے کے کتنے مواقع حاصل ہیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ یہ طبقہ میں کے جملہ ہوائی ذرّات کی عمودی تراشوں کے مجموعہ اور طبق کے مجموعی رقبہ کی نسبت پر منحصر ہے۔ گیسی لزوجیت، رفتار نفوذ اور گیسوں میں ایصالِ حرارت کے متعلق تجربوں سے ممکن ہے کہ متحرک ذرّات کے اوسط آزاد راستہ اور گیس کے کسی معین حجم میں ذرّات کی عمودی تراشوں کے حاصلِ جمع کی تخمین کی جائے۔ طبیعی تپش اور دباؤ کے تحت ہوا کے ایک ذرہ کا اوسط آزاد راستہ ۶×۱۰⁻۶ سمر محسوب ہوا ہے اور ان حالات میں ہوا کے ایک مکعب سمر میں ذرّات کی تراشوں کا حاصلِ جمع ۱۸۴۰۰ مربع سمر ہے۔ بادی النظر میں یہ رقبہ متعلقہ مادّہ کی قلیل مقدار کے مقابلہ میں بہت ہی زیادہ معلوم ہوتا ہے لیکن ذرا سے غور کرلینے سے معلوم ہوگا کہ اس رقبہ کی زیادتی کا سبب ذرّات کی چھوٹی جسامت ہے۔

اگر ایک مکعب جس کا ہر ایک پہلو ایک سمر ہو، ایک ملی میتر پہلو والے ۱۰۰۰ مکعبوں میں منقسم کیا جائے تو چھوٹے مکعبوں کی تراشوں کا حاصل جمع بڑے مکعب کی تراش کی بہ النسبت ۱۰ گنا زیادہ ہوگا کیوں کہ صاف ظاہر ہے کہ اگر چھوٹے مکعب ایک طبقہ میں پھیلائے جائیں تو اس طبقہ کی موٹائی اصلی مکعب کی موٹائی کا دسواں حصہ ہوگی لیکن اس کا رقبہ دس گنا زیادہ ہوگا۔ عام طور پر ہم یہ کہ سکتے ہیں کہ جتنے زیادہ باریک اجزا میں کوئی چیز منقسم کی جائے اس کا سطحی رقبہ اتنا ہی زیادہ بڑھتا ہے یعنے اس کے ذرات کی عمودی تراشوں کا حاصلِ جمع اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔

ذرّاتِ ہوا کی تراشوں کا حاصلِ جمع جاننے کے بعد، اگر ہمیں ذرات کے حجموں کا حاصلِ جمع بھی معلوم ہوسکے تو ہم ایک ذرّہ کا نصف قطر محسوب

کر سکتے ہیں۔ ہم سابقہ ایک باب میں پڑھ چکے ہیں کہ ثانی الذکر مقدار کیسے تخمین کی جاتی ہے۔ فینڈر ڈیر وال کی مساوات میں مستقل مقدار ب کو (صفحہ ۱۲۶ حصہ اول) طبعی تپش اور دباؤ والی گیس کے مجموعی حجم اور اس کے ذرّات کے حجموں کے حاصل جمع کی نسبت کے ساتھ ایک گہرا تعلق ہے۔ اس لیے کہ ب نظری طور پر اس نسبت سے چار گنا بڑا عدد ہے اگر ذرّات کرۂی مان لیے جائیں۔ ہوا کے لیے ب = ۰۰۱۷ء، پس ایک مکعب سمر میں ذرّاتِ ہوا کا مجموعی حجم تقریباً ۰۰۰۴۲ء مکعب سمر ہوگا۔ اگر طبعی تپش اور دباؤ کے تحت ایک مکعب سمر ہوا میں ان ذرّات کی تعداد ع ہو تو ان کے حجموں کا حاصلِ جمع

$$ح = ع \times \frac{4}{3} \pi ص^3 = ۰۰۰۴۲ء \quad ..... (۱)$$

جہاں ص سے مراد ہر ایک ذرّہ کا نصف قطر ہے۔

تراشوں کا حاصل جمع $ح = ع \times \pi ص^2 = ۱۸۴۰۰ \quad .... (۲)$

مساوات (۱) و (۲) سے ہمیں

$$\frac{4}{3} ص = \frac{۰۰۰۴۲ء}{۱۸۴۰۰}$$

حاصل ہوتا ہے، یعنی $ص = ۱ء۷ \times ۱۰^{-۸}$ سمر

$۲ص = ۳ء۴ \times ۱۰^{-۸}$ سمر

اس طور پر ہمیں سالمی قطر کی قیمت اسی درجہ مقدار کی حاصل ہوتی ہے جتنی کہ مذکورۂ بالا طریقوں کے مطابق تخمین کی گئی تھی۔

اگر یہ خیال کیا جائے کہ ذرّات کا مجموعی حجم دریافت کرنے کے لیے ۱/۴ ب ایک بہت مشتبہ مقدار ہے تو ہم اس گیس سے حاصل شدہ مائع کے حجم کو ذرّات کے مجموعی حجم کی زیادہ سے زیادہ قیمت قرار دے سکتے ہیں کیونکہ موخر الذکر مائع کے حجم سے زیادہ نہیں ہو سکتا۔ مائع ہوا کی نوعی کثافت ۹ء ہے، اس لیے ایک گرام کا حجم ۱ء۱ مکعب سمر ہے۔ طبعی تپش اور دباؤ کے تحت ایک گرام ہوا کا حجم $\frac{۲۲۴۰۰}{۲۹} = ۷۷۰$ مکعب سمر ہوتا ہے۔ اس لیے کسی حالت میں بھی ہوا کے

Van der Waal

ذرّات کا حجم طبعی حالات کے تحت گیس کے حجم کے ۰٫۰۰۱۴ حصہ سے زیادہ نہیں ہو سکتا۔ یہ سچ ہے کہ یہ قیمت فین ڈیروال کی قیمت ب کی بہ نسبت ۳ گنے سے زیادہ ہے لیکن یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ یہ ایک اعظم قیمت ہے اور ایک کرۂ ہوائی دباؤ کے تحت، اپنے نقطۂ جوش پر مایع ہوا کا حجم ذرّات کے واقعی حجم کی بہ نسبت لازماً بہت زیادہ ہوتا ہے۔

سالمی ابعاد کی تخمین کا ایک راست طریقہ تابکار اشیاء سے خارج شدہ "عہ" شعاعوں کے مطالعہ سے حاصل ہوا ہے (دیکھو باب ۳۴)۔ یہ امر ثابت ہو چکا ہے کہ "عہ" شعاعیں ہیلیم (Helium) کے جواہر کی ایک سریع السیر رَو پر مشتمل ہیں اور ہیلیم کے ہر ایک جوہر پر دو مثبت برقی بار ہیں، بالفاظِ دیگر ۴ گرام "ہیلیم" پر "عہ" ذرّات کی شکل میں ۲ فیراڈے کا برقی بار ہوتا ہے۔ "عہ" شعاعوں کا ایک موزوں مبداء منتخب کر کے نہ صرف یہ ممکن ہے کہ ایک معیّن وقت میں عہ ذرّات کا مجموعی برقی بار تخمین کیا جائے بلکہ ان ذرّات کی تعداد بھی معلوم کی جا سکتی ہے۔ "عہ" ذرّات کے گننے کے لیے دو قاعدے وضع کیے گئے ہیں۔ پہلا قاعدہ برقی ہے جس میں آلہ اس طور سے مرتب کیا جاتا ہے کہ ہر ایک "عہ" ذرّہ ایک باریک سوراخ کے راستہ سے ایک کمرہ میں داخل ہو کر برق پیما کی سوئی میں ایک قابلِ پیمایش حرکت پیدا کرتا ہے۔ دوسرا طریقہ اُس جھلک پر منحصر ہے جو "عہ" ذرّات کے تصادم سے متر شحّر زنک سلفائیڈ (Zinc sulphide) کے ایک پردہ پر پیدا ہوتا ہے۔ مناسب حالات کے تحت، برق پیما کی سوئی کی حرکتیں یا متر شحّر شئے کی جھلکیں شمار کی جا سکتی ہیں۔ اور اس طور سے ایک معیّن وقت میں کمرہ میں داخل ہونے والے یا پردہ کے اوپر ٹکرانے والے "عہ" ذرّات کی مجموعی تعداد معلوم کی جا سکتی ہے۔ "عہ" ذرّات کی رَو کا مجموعی برقی بار، نیز ان کی کمیت اور بار کی باہمی نسبت، اور آخر کار ان کی تعداد معلوم کر کے ہم ہر ایک ذرّہ کے برقی بار اور اس لیے اس کی کمیت کی تخمین کر سکتے ہیں۔ اس طور پر معلوم کیا گیا کہ "عہ" ذرّہ کی شکل میں "ہیلیم" کے ایک جوہر کا دوہرا برقی بار ۳ء۲۰۴ $\times 10^{-19}$ کولمب یا ۲۵ء۳ $\times 10^{-24}$

فیراڈے ہے۔ اور اس لئے ہیلیئم کے جوہر کا وزن ۶۵ء۶ × ۱۰-۲۴ گرام ہے۔
ملیکن[1] نے ایک برقائے ہوئے مکثفہ کی اُفقی تختیوں کے درمیان بہت چھوٹے معلّق تیل کے قطرات کی شرحِ حرکت کے متعلق صحیح تحقیقات کی ہے۔ ان قطرات کو خوب منوّر کرکے خردہ پیما پیمانہ والی ایک خردبین کے ذریعہ ان کی حرکت کا مشاہدہ کیا گیا۔ اگر قطرہ اَ برقا یا ہوا ہو تو اس کے گرنے کی شرح، صرف جاذبۂ زمین پر اور اس گیس کی مزاحمت پر، جس میں یہ معلّق ہوتا ہے، منحصر ہوتی ہے۔ اگر قطرہ برقایا ہوا ہو تو برقی کشش، جاذبۂ زمین کے موافق یا مخالف عمل کرتی ہے اور اس کے گرنے کی شرح برقی کشش کی وجہ سے یا تو بڑھ جاتی ہے یا گھٹ جاتی ہے یا منفی بھی ہو جاتی ہے جس حالت میں قطرہ جاذبۂ زمین کے خلاف اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے۔ تیل کے ننھے ننھے قطرے، لاشعاعوں کے ذریعہ سے براہ راست یا گیس کے واسطہ سے برقائے جاسکتے ہیں۔ لاشعاعوں کے زیر اثر گیس روانی جاتی ہے اور وقتاً فوقتاً ایک گیسی رواں قطرہ کے ساتھ واصل ہوکر اس پر مثبت یا منفی بار رسید اکردیتا ہے۔ اس عمل کی تکرار سے قطروں کا برقی بار متغیر ہوتا ہے۔ قطرہ کی شرحِ حرکت اس کی سمت اور دیگر قابل تخمین مقدمات سے، بار کی علامت اور مقدار محسوب کی جاسکتی ہے۔ نتائج سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی قطرہ کا بار غیر مسلسل طور پر بدلتا ہے اور ہمیشہ ایک اساسی اکائی بار کا سالم ضعف ہوتا ہے۔ یہ اساسی اکائی بار علامت ب سے تعبیر کیا جاتا ہے اور مختلف برقی اکائیوں کی رقموں میں اس کی اغلب قیمت حسبِ ذیل ہے:-

ب = ۶۴۸ء۱ × ۱۰-۲۴ فیراڈے
= ۵۹۱ء۱ × ۱۰-۱۹ کولمب
= ۷۷۴ء۴ × ۱۰-۱۰ برق سکونی اکائی

یہ قیمت اساسی اہمیت رکھتی ہے اور برق کی بسیط غیر منقسم مقدار کو ظاہر

[1] Millikan

کرتی ہے جسے عرفِ عام میں "برقیہ" کہتے ہیں۔ یہ قیمت اس سے پیشتر بیان کیے ہوئے طریقہ سے دریافت کی ہوئی قیمت کے نصف یعنی $۱٫۶۲ \times ۱۰^{-۲۴}$ فیراڈے سے جو عہ ذرہ کے بار کی قیمت ہے بخوبی منطبق ہوتی ہے۔

ب کی قیمت معلوم ہونے پر، ہم "ہائیڈروجن" کے ایک جوہر کا وزن، محلول میں ہائیڈروجن کے رواں کی کمیت اور اس کے برقی بار کی نسبت کے ذریعہ محسوب کر سکتے ہیں۔ اور ازاں بعد کسی دوسرے جوہر یا سالمہ کا وزن معلوم کیا جا سکتا ہے۔ محلول میں بہ حیثیتِ رواں ۱٫۰۰۷۶ گرام ہائیڈروجن کا بار ایک فیراڈے ہے۔ اس لیے ہائیڈروجن کا وہ وزن جو $۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴}$ فیراڈے کا حامل ہوتا ہے،

$۱٫۰۰۷۶ \times ۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴} = ۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرام ہے۔ ہم اس وزن کو ہائیڈروجن کے ایک جوہر کا وزن تصور کر سکتے ہیں۔

کسی اور جوہر یا سالمہ کا وزن $۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴}$ و ہے جہاں و عام معنوں میں اضافی جوہری یا سالمی وزن ہے۔

پس **اَوَگیڈرو کے مستقل** یا اَوَگیڈرو کا عدد ع یعنی ایک گرام سالمہ میں سالمات کی تعداد یا ایک گرام۔جوہر میں جواہر کی تعداد

$$ع = \frac{و}{۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴} و} = ۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$$

یہ عدد متعدد نظری حسابات میں بہت اہمیت رکھتا ہے۔

جب کسی اعلیٰ درجہ کے خلاء والی نلی میں، برقی اخراج واقع ہوتا ہے تو کیتھوڈ یا زیر برقیرہ میں سے مدھم نیلی رنگت کی شعاعیں نکلتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں۔ جب یہ شعاعیں شیشے کی نلی کی دیواروں سے ٹکراتی ہیں تو ایک سبزی مائل دمک پیدا ہوتی ہے۔ یہ شعاعیں کیتھوڈ یا زیر برقیرہی شعاعیں کہلاتی ہیں۔ یہ زیر برقیرہ میں سے خطوطِ مستقیم میں خارج ہوتی ہیں جیسا کہ ان کے راستہ میں کوئی چیز حائل کر کے، اصل چیز اور اس کے سایہ کے مقابلہ سے معلوم

فیراڈے ہے۔ اور اس لئے ہلیم کے جوہر کا وزن ۶۶ء۵ × ۱۰^-۲۴ گرام ہے۔
ملیکن[1] نے ایک برقائے ہوئے مکثفہ کی اُفقی تختیوں کے درمیان بہت چھوٹے معلق تیل کے قطرات کی شرحِ حرکت کے متعلق صحیح تحقیقات کی ہے۔ ان قطرات کو خوب منوّر کرکے خردہ پیما پیمانہ والی ایک خردبین کے ذریعہ ان کی حرکت کا مشاہدہ کیا گیا۔ اگر قطرہ اَنبرقایا ہوا ہو تو اس کے گرنے کی شرح، صرف جاذبۂ زمین پر اور اس گیس کی مزاحمت پر، جس میں یہ معلق ہوتا ہے، منحصر ہوتی ہے۔ اگر قطرہ برقایا ہوا ہو تو برقی کشش، جاذبۂ زمین کے موافق یا مخالف عمل کرتی ہے اور اس کے گرنے کی شرح برقی کشش کی وجہ سے یا تو بڑھ جاتی ہے یا گھٹ جاتی ہے یا منفی بھی ہو جاتی ہے جس حالت میں قطرہ جاذبۂ زمین کے خلاف اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے۔ تیل کے ننھے ننھے قطرے، لاشعاعوں کے ذریعہ سے براہ راست یا گیس کے واسطہ سے برقائے جا سکتے ہیں۔ لاشعاعوں کے زیر اثر گیس روانی جاتی ہے اور وقتاً فوقتاً ایک گیسی رواں قطرہ کے ساتھ واصل ہو کر اس پر مثبت یا منفی بار پیدا کر دیتا ہے۔ اس عمل کی تکرار سے قطروں کا برقی بار متغیر ہوتا ہے۔ قطرہ کی شرحِ حرکت اس کی سمت اور دیگر قابلِ تخمین مقدمات سے، بار کی علامت اور مقدار محسوب کی جا سکتی ہے۔ نتائج سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی قطرہ کا بار غیر مسلسل طور پر بدلتا ہے اور ہمیشہ ایک اساسی اکائی بار کا سالم ضعف ہوتا ہے۔ یہ اساسی اکائی بار علامت ب سے تعبیر کیا جاتا ہے اور مختلف برقی اکائیوں کی رقموں میں اس کی اغلب قیمت حسبِ ذیل ہے:۔

ب = ۸۶۴ء۱ × ۱۰^-۲۴ فیراڈے
= ۵۹۱ء۱ × ۱۰^-۱۹ کولمب
= ۷۷ء۴ × ۱۰^-۱۰ برق سکونی اکائی

یہ قیمت اساسی اہمیت رکھتی ہے اور برق کی بسیط غیر منقسم مقدار کو ظاہر

---

[1] Millikan

کرتی ہے جسے عرفِ عام میں "برقیہ" کہتے ہیں۔ یہ قیمت اس سے پیشتر بیان کیے ہوئے طریقہ سے دریافت کی ہوئی قیمت کے نصف یعنے $۱٫۶۲ \times ۱۰^{-۲۴}$ فیراڈے سے جو عہ ذرہ کے بار کی قیمت ہے بخوبی منطبق ہوتی ہے۔

ب کی قیمت معلوم ہونے پر، ہم "ہائیڈروجن" کے ایک جوہر کا وزن محلول میں ہائیڈروجن کے رواں کی کمیت اور اس کے برقی بار کی نسبت کے ذریعہ محسوب کر سکتے ہیں۔ اور ازاں بعد کسی دوسرے جوہر یا سالمہ کا وزن معلوم کیا جا سکتا ہے۔ محلول میں بہ حیثیت رواں ۱٫۰۰۷۶ گرام ہائیڈروجن کا بار ایک فیراڈے ہے۔ اس لیے ہائیڈروجن کا وہ وزن جو $۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴}$ فیراڈے کا حامل ہوتا ہے،

$۱٫۰۰۷۶ \times ۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴} = ۱٫۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرام ہے۔ ہم اس وزن کو ہائیڈروجن کے ایک جوہر کا وزن تصور کر سکتے ہیں۔

کسی اور جوہر یا سالمہ کا وزن $۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴}$ و ہے جہاں و عام معنوں میں اضافی جوہری یا سالمی وزن ہے۔

پس اَیوگیڈرو کے مستقل یا اَیوگیڈرو کا عدد ع یعنی ایک گرام سالمہ میں سالمات کی تعداد یا ایک گرام۔ جوہر میں جواہر کی تعداد

$$ع = \frac{و}{۱٫۶۴۸ \times ۱۰^{-۲۴} و} = ۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$$

یہ عدد متعدد نظری حسابات میں بہت اہمیت رکھتا ہے۔

جب کسی اعلیٰ درجہ کے خلاء والی نلی میں، برقی اخراج واقع ہوتا ہے تو کیتھوڈ یا زیر برقیرہ میں سے مدھم نیلی رنگت کی شعاعیں نکلتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں۔ جب یہ شعاعیں شیشے کی نلی کی دیواروں سے ٹکراتی ہیں تو ایک سبزی مائل دمک پیدا ہوتی ہے۔ یہ شعاعیں کیتھوڈ یا زیر برقیرہی شعاعیں کہلاتی ہیں۔ یہ زیر برقیرہ میں سے خطوطِ مستقیم میں خارج ہوتی ہیں جیسا کہ ان کے راستہ میں کوئی چیز حائل کر کے، اصل چیز اور اس کے سایہ کے مقابلہ سے معلوم

ہوسکتا ہے۔ مقناطیسی میدان کے زیر اثر یہ شعاعیں اپنے مستقیم راستہ سے منصرف ہوجاتی ہیں۔ اور اس انصراف سے ثابت ہوتا ہے کہ یہ شعاعیں منفی برق کی حامل ہیں۔ معلوم برقی اور مقناطیسی میدانوں کے مشترکہ عمل سے ان کے بار اور کمیت کی نسبت، فی گرام 1.77×10^{8} کولمب یا ۱۸۲۰ فیراڈے تخمین کی گئی ہے۔ برق پاشیدی محلولات میں ایک گرام ہائیڈروجن صرف ایک فیراڈے برقی بار کی حامل ہوتی ہے بناءبریں اگر زیر برقیہ شعاعیں بھی واحد برقی بار والے منفی ذرات پر مشتمل ، جیساکہ "ہائیڈروجن" روانی حالت میں واحد بار والے مثبت ذرات پر مشتمل ہے تو ہر ایک منفی ذرہ کی کمیت، ہائیڈروجن کے جوہر کی کمیت کی بہ نسبت صرف $\frac{1}{1820}$ ہونی چاہیے۔

بلالحاظ اس امر کے کہ اخراجی نلی میں کونسی گیس ہو یا زیر برقیہ شعاعیں کس طریق سے پیدا کی جائیں ان ذرات کے برقی بار اور کمیت کی نسبت ہر حالت میں یکساں پائی گئی ہے اور تابکار اشیاء سے حاصل شدہ "بیٹا" شعاعوں کے بار اور کمیت کی نسبت کے مساوی ثابت کی جاچکی ہے۔ ہم نے ابھی بتایا ہے کہ اکائی برقی بار کی قیمت صحیح طور پر تخمین ہوچکی ہے اور اس سے جواہر کی کمیت اور ابعاد کے لیے وہی مقادیر حاصل ہوتی ہیں جو دیگر بالکل جداگانہ ذرائع تحقیقات سے حاصل ہوتی ہیں۔ اس شہادت کی بناء پر یہ نتیجہ ناگزیر ہے کہ منفی بار سے بار لائے ہوئے ایسے جسیمے موجود ہیں جن کی کمیت جوہر ہائیڈروجن کی کمیت کی بہ نسبت بہت کم ہے لہٰذا ہر یہ ذرات مادہ کی ہر ایک قسم میں پیدا ہوسکتے ہیں۔ اس کا مزید ثبوت یہ ہے کہ یہ ذرات، لا شعاعوں کے عمل سے ہر ایک چیز میں سے خارج ہوتے ہیں۔ فی زمانہ یہ ذرات، منفی برق کی انتہائی اکائیاں خیال کیے جاتے ہیں اور عام طور پر انھیں برقیے[1] کہتے ہیں ہم تصور کرسکتے ہیں کہ

---

[1] اصطلاح برقیہ کا اطلاق ابتداءً برق کے اکائی بار پر بلالحاظ اس امر کے کہ وہ مثبت ہو یا منفی، اور بلالحاظ اس امر کے کہ اس کے ساتھ مادہ کی شرکت ہو یا نہ ہو کیا جاتا تھا۔ اس کا یہ مفہوم ابھی تک قائم ہے لیکن فی زمانہ عام طور پر برقیہ سے ایسا اکائی منفی برقی بار مراد ہوتا ہے جس کو مادہ کے ساتھ کچھ بھی شرکت نہیں ہے۔

برقیہ کی کمیت اس کے برقی جمود کا نتیجہ ہے جو اس کے گرد کے مقناطیسی میدان سے پیدا ہوتی ہے اس لیے کہ یہ میدان برقیہ کی حرکت کی تبدیلی کا مزاحم ہوتا ہے۔ یہ کمیت ایک قلیل رفتاروں پر عملاً مستقل اور $\frac{۲}{۳} \times \frac{ب^۲}{ص}$ کے مساوی ہوتی ہے جہاں ب اکائی بار اور ص برقیہ کا نصف قطر ہے۔ چونکہ م اور ب دونوں معلوم ہیں (صفحہ ۲۵۶) اس لیے ص کی قیمت $۱٫۸۷ \times ۱۰^{-۱۳}$ سنٹی میٹر حاصل ہوتی ہے جو ایک جوہر یا سالمہ کے نصف قطر کے $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ یعنی لاکھویں حصہ کے برابر ہے۔ جب برقیہ کی رفتار، روشنی کی رفتار یعنی ۳×۱۰^{۱۰} سمر فی ثانیہ کے تقریباً مساوی ہوتی ہے تو اس کی برقی کمیت زیادہ ہو جاتی ہے مثلاً جب برقیہ کی رفتار، روشنی کی رفتار کا ۹۰ء ہوتی ہے تو کمیت، معمولی کمیت کی بہ نسبت دگنی ہو جاتی ہے۔

چونکہ برقیہ ایک ایسا ذرّہ ہے جو جملہ اشیاء میں پایا جاتا ہے اور جو چھوٹے سے چھوٹے جوہر کی نسبت جسامت اور کمیت میں بہت چھوٹا ہوتا ہے، اس لیے طبعاً یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ برقیہ اور جوہر کے درمیان کیا تعلق ہے۔ چونکہ جواہر طبعی طور پر، برقی تعدیل کی حالت میں ہوتے ہیں اس لیے اگر ان میں برقیے موجود ہوں تو ان کے منفی بار کے مقابلہ میں مثبت برقی بار کی ایک متوازن مقدار کا ہونا لازم ہے۔ منفی برقیہ کے متناظر یعنی $\frac{ب}{م}$ کی مشابہ قیمت والا کوئی مثبت برقیہ آج تک دریافت نہیں ہوا۔ اکائی مثبت بار ہمیشہ ہائیڈروجن کے جوہر کے مساوی کمیت، یا اس سے بڑی کمیت کی شرکت میں پایا جاتا ہے۔ بنا بریں، جوہر کی ساخت کے متعلق سر ردھرفورڈ[۱] کا قیاس یہ ہے کہ اس کے وسط میں ایک مثبت بار دار العقدہ ہوتا ہے، جس میں جوہر کی کل کمیت مرتکز ہوتی ہے اور جس کے گرد برقیے اس طور سے گھومتے ہیں جیسے سیارے سورج کے گرد۔ یہ امر قابل لحاظ ہے کہ برقیہ اور جوہر کی جسامتوں میں نسبت بعینہٖ وہی ہے جو زمین اور اس کے مدار کے قطروں میں ہے۔

---

[۱] Rutherford

اس قیاس کے مطابق، جوہر ایک "ٹھوس" ناقابلِ تقسیم ذرہ نہیں ہے بلکہ برقائے ہوئے ذرات کا ایک نظام ہے۔ ان برقائے ہوئے ذرات کا حجم، جوہر کے حجم کے مقابلہ میں تقریباً ہیچ ہوتا ہے۔ جوہر کے حجم سے مراد وہ حجم ہے جس میں معمولی حالات کے تحت کوئی اور جوہر داخل نہیں ہوسکتا۔ لیکن اگر دوسرا جوہر بہت اعلیٰ رفتار سے متحرک ہو تو یہ پہلے جوہر کی برقی مدافعت پر غالب آسکتا ہے اور اس میں سے گزر کر اس کے پار صاف نکل جاسکتا ہے۔ مثلاً جب عہ شعاعیں جو "ہیلیم" کے سریع السیر ذرات پر مشتمل ہیں الومنیم، شیشہ، وغیرہ کی مسلسل پتلی تختیوں میں سے پار نکل جاتی ہیں تو جوہر میں سے اس قسم کا دخول عمل میں آتا ہے۔

جب گیسیں، لا شعاعوں، زیر برقیہی شعاعوں، "بہ" شعاعوں یا "عہ" ذرات کے زیرِ عمل لائی جاتی ہیں تو وہ روانی جاتی ہیں اور تقریباً کامل حاجز ہونے کے بجائے، جیسا کہ یہ اپنی طبعی حالت میں ہوتی ہیں، موصل برق ہوجاتی ہیں۔ روانے والا عامل غالباً گیسی سالمہ کے ایک جوہر میں سے ایک برقیہ خارج کرتا ہے اور مثبت بار کا ثقل باقی رہ جاتا ہے۔ آزاد برقیہ کو بہت جلد دوسرے گیسی سالمات جذب کر لیتے ہیں اور منفی بار سے خود برقا جاتے ہیں۔ پس اس طور پر اب گیس میں مثبت اور منفی روانات پیدا ہوجاتے ہیں بعینہ جس طرح ایسے روانات برق پاشیدی محلولات میں موجود ہوتے ہیں (باب ۲۲)۔ لیکن یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ محلول کی نسبت گیس کے اندر روانات بہت کم دیر پا ہوتے ہیں اور نسبتہً بہت قلیل وقت میں ایک دوسرے کو انبرقا دیتے ہیں۔ اعلیٰ طور پر روانی ہوئی گیسوں میں بھی، درجۂ روانیت نہایت ہی قلیل ہوتا ہے، باوجودیکہ روانی ہوئی گیسوں میں ایسے وقیع مظاہر نمایاں ہوتے ہیں تاہم ان کے جواہر کی مجموعی تعداد میں سے صرف 10^{-12} حصہ روانا ہوا ہوتا ہے۔

جب کیسی برقائے ہوئے ذرہ مثلاً برقیہ کی رفتار میں اسراع یا ابطاء وقوع پذیر ہوتا ہے تو محیط اثیر میں ایک برقی مقناطیسی موج پیدا ہوتی ہے جو اگر تلاطم کی حدت کافی ہو تو نور یا لا شعاعوں کی صورت میں ظاہر ہوسکتی ہے۔

برعکس اس کے لاشعاعیں اور قلیل طولِ موج کا نور، ان اجسام سے جن پر کہ وہ واقع ہوتی ہیں برقیے خارج کر سکتی ہیں۔ اس طور پر گیسوں میں رواینت کے مظاہر پیدا ہوسکتے ہیں جن کی صحیح پیمائش ممکن ہے اور جن کے توسط سے ان ارتعاشوں کی ماہیت اور مادّہ کی ساخت کے متعلق مفید معلومات حاصل ہوئی ہیں۔

گزشتہ چند سال میں، عناصر کے لاشعاعی طیوف کی طرف بہت توجہ کی گئی ہے اور ان سے اعلیٰ نظری اہمیت کے متعدد نتائج حاصل ہوئے ہیں۔ معین حالات کے تحت زیر برقیرہی شعاعوں کے زیر اثر ہر عنصر میں سے نہ صرف کمزور یا منتشر لاشعاعیں خارج ہوتی ہیں بلکہ ہر عنصر کے لیے ایک مختص نسبتاً سادہ طیف بھی حاصل ہوتا ہے جو چند معین طولِ موج والے خطوط پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ طولِ موج، مرئی بلکہ ماورائے بنفشی نور کے طولِ موج سے بھی بہت چھوٹے ہوتے ہیں۔ ”سوڈیم“ کے (D) خط کا طولِ موج ۵۸۹۰ انگسٹرام اکائی (ا ' ا) ہے، انتہائی ماورائے بنفشی خط میں طولِ موج تقریباً ۱۰۰۰ ا ' ا ہے۔ لیکن مختص لاشعاعی طولِ موج ۱۰ ا ' ا سے بھی کم ہیں یعنی جوہری قطروں کے لگ بھگ ہیں۔ لکیر کی ہوئی انکساری جالیاں جن کی لکیروں کے درمیان فاصلہ تقریباً ۱۲۰۰۰ ا ' ا ہوتا ہے معمولی روشنی کی شعاع کو ایک طیف میں منکسر کرنے کے لیے استعمال ہوسکتی ہیں کیونکہ یہ فاصلہ، واقع نور کے طولِ موج کے لگ بھگ ہے۔ ایسی جالیاں لاشعاعوں کی تشریح کے لیے کارآمد نہیں ہوسکتیں کیونکہ یہ اس غرض کے لیے بہت بھدی ہیں۔ لوئے (Laue) کو یہ خیال گزرا کہ شاید قلموں میں ذرات کی مفروضہ منتظم ترتیب، ایک جالی کا کام دے سکتی ہے۔ تجربہ نے اس خیال کو صحیح ثابت کیا۔

اگر ہم خوردنی نمک کی ایک مکعب قلم پر غور کریں تو ہم اس کی مکعب شکل اس امر کی طرف منسوب کر سکتے ہیں کہ اس کا ہر ایک قلمی ذرّہ ایک مکعب ہے لیکن عرصہ ہوا یہ فرضیہ مسترد ہو چکا ہے اور اس کے بجائے ایک اور

فرضیہ پیش کیا جا چکا ہے کہ قلم کا تشاکل، قلمی اکائیوں کے تشاکل پر مبنی ہونے کے بجائے، فضاء میں ان کی ترتیب کے تشاکل پر مبنی ہوتا ہے۔ نمک کا ہر ایک قلمی ذرہ بجائے خود کسی شکل کا ہو سکتا ہے لیکن اگر ہر ایک ذرہ ایک مکعب کے مرکز میں واقع ہو اور اس کے ارد گرد اس سے مس کرتے ہوئے مشابہ مکعب ہوں تو مطلوبہ مکعب تشاکل حاصل ہو جاتا ہے۔

اگر ہم یہ فرض کریں کہ نمک کا قلمی ذرہ "سوڈیم کلورائیڈ" کا سالمہ ہے تو ہم اکائی مکعبوں کے مرکزوں کے درمیان فاصلہ ف یا ہر ایک مکعب کے پہلو کی لمبائی حسب ذیل طریقہ سے محسوب کر سکتے ہیں۔ قلمی "سوڈیم کلورائیڈ" کے گرام سالمہ کا حجم اس کے سالمی وزن اور نوعی وزن کا حاصل تقسیم یعنی

$\frac{۵۸٫۵}{۲٫۱۷} = ۲۷٫۰$ مکعب سمر ہے۔ لیکن گرام سالمہ میں ن = $۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$ سالمات ہوتے ہیں (صفحہ ۲۵۷) اس لیے ہر ایک سالمی مکعب کا حجم

$\frac{۲۷}{۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}}$ مکعب سمر ہے۔ لیکن یہ حجم $ف^۳$ کے برابر ہے اس لیے

$$ف^۳ = \frac{۲۷}{۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}} \text{ مکعب سمر}$$

$$ف = ۳٫۵۴ \times ۱۰^{-۸} \text{ سمر}$$

یعنی ف = $۳٫۵۴ \times ۱۰^{-۸}$ سمر۔ بناء بریں اس مفروضہ کے مطابق، سوڈیم کلورائیڈ کی ایک قلم کو مکعب کے پہلو کے متوازی، مستوی سطحوں کا ایک سلسلہ تصور کر سکتے ہیں، جہاں ہر ایک مستوی سطح سالمات سے بھری ہوئی اور پڑوس کی سطحوں سے ۳٫۵۴ ا ء ا دور واقع ہے۔ پس یہ ترتیب "جالی" کی لکیروں کے مطابق، ایک منتظم ترتیب ہے۔ اگر کوئی یک لونی لاشعاع سطحوں کے ایسے سلسلہ پر واقع ہو تو انعکاس وقوع پذیر ہوتا ہے لیکن مختلف سطحوں سے منعکس شعاعیں آپس میں تداخل کر کے ایک دوسری کی تنسیخ کرتی ہیں سوائے اُن سمتوں کے جن کے لیے ذیل کی مساوات صادق آتی ہے:

ن لہ = ۲ ف جب طہ ن

جہاں لہ طولِ موج ہے، ف سطحوں کے درمیان فاصلہ، طہ زاویۂ تماس یعنی زاویۂ وقوع کا متمم اور ن طیف کا درجہ ہے پس خاص خاص زاویہ ہائے تماس ہی پر لاشعاع منعکس ہوگی اور یا تو ضیا نگاری تختی (لوحِ عکاسی) کی مدد سے یا روانیت کے کمرے کے ذریعہ سے اس کی شناخت ہو سکیگی۔ یہ انعکاس، اول، دوئم، سوئم درجہ، وغیرہ کے طیوف کے متناظر ہیں۔ دیگر تمام زاویوں پر انعکاس نہیں ہوتا۔

پس اگر فاصلہ ف معلوم ہو تو ہر ایک قسم کی لاشعاع کا طولِ موج تخمین کیا جا سکتا ہے۔ برعکس اس کے اگر لاشعاعوں کے کسی معین مبداء کے لیے طولِ موج معلوم ہو تو ہر ایک قلم کی کسی بھی سمت کے لیے فاصلہ ف تخمین کیا جا سکتا ہے۔

"سوڈیم کلورائیڈ" کی قلموں کا جب امتحان نہ صرف مکعب پہلوؤں کے متوازی بلکہ ہشت سطحی اور دوازدہ سطحی پہلوؤں کی متوازی سمتوں میں کیا گیا تو یہ نتیجہ حاصل ہوا کہ یہ فرضیہ کہ قلمی ذرات "سوڈیم کلورائیڈ" کے سالمات ہیں صحیح نہیں ہے۔ ہشت سطحی پہلوؤں کے انعکاس سے یہ امر ثابت ہوا کہ قلم میں دو قسم کے عاکس مستوی متبادلاً مرتب ہیں، اور ایک قسم کے مستوی سے دوسری قسم کے مستوی کی بہ نسبت زیادہ انعکاس نمایاں ہوتا ہے۔ اس نتیجہ کی توجیہ بآسانی اس فرضیہ سے کی جا سکتی ہے کہ عاکس ذرات "سوڈیم کلورائیڈ" کے سالمات نہیں ہیں بلکہ جیسا کہ شکل ۷۰ میں دکھایا گیا ہے، "سوڈیم" اور "کلورین" کے جواہر ہیں۔ سوڈیم کے ہر ایک جوہر کے قریب ترین پڑوسی، "کلورین" کے چھ متساوی الفصل جواہر ہیں اور "کلورین" کے ہر ایک جوہر کے قریب ترین پڑوسی، سوڈیم کے چھ متساوی الفصل جواہر ہیں۔ اس طور پر سوڈیم کلورائیڈ کے سالمہ کے تصور کو چھوڑ کر ایک قسم کا کامل افتراق تصور کیا جاتا ہے جس میں متحرک رواتات کے بجائے غیر متحرک رواتات فرض کیے جاتے ہیں (باب ۱۲)۔ ہر ایسے مستوی میں جو مکعب کے

فرضیہ پیش کیا جا چکا ہے کہ قلم کا تشاکل، قلمی اکائیوں کے تشاکل پر مبنی ہونے کے بجائے، فضاء میں ان کی ترتیب کے تشاکل پر مبنی ہوتا ہے۔ نمک کا ہر ایک قلمی ذرہ بجائے خود کسی شکل کا ہو سکتا ہے لیکن اگر ہر ایک ذرہ ایک مکعب کے مرکز میں واقع ہو اور اس کے اردگرد اس سے مس کرتے ہوئے مشابہ مکعب ہوں تو مطلوبہ مکعب تشاکل حاصل ہو جاتا ہے۔

اگر ہم یہ فرض کریں کہ نمک کا قلمی ذرہ "سوڈیم کلورائیڈ" کا سالمہ ہے تو ہم اکائی مکعبوں کے مرکزوں کے درمیان فاصلہ ف یا ہر ایک مکعب کے پہلو کی لمبائی حسب ذیل طریقہ سے محسوب کر سکتے ہیں۔ قلمی "سوڈیم کلورائیڈ" کے گرام سالمہ کا حجم اُس کے سالمی وزن اور نوعی وزن کا حاصلِ تقسیم یعنی

$\frac{۵۸٫۵}{۲٫۱۷}$ = ۲۷٫۰ مکعب سمر ہے۔ لیکن گرام سالمہ میں ن = ۶٫۰۶ × ۱۰^۲۳ سالمات ہوتے ہیں (صفحہ ۲۵۷) اس لیے ہر ایک سالمی مکعب کا حجم

$\frac{۲۷}{۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}}$ مکعب سمر ہے۔ لیکن یہ حجم ف^۳ کے برابر ہے اس لیے

$$ف^{۳} = \frac{۲۷}{۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}} \text{ مکعب سمر}$$

$$ف = ۳٫۵۴ \times ۱۰^{-۸} \text{ سمر}$$

یعنی ف = ۳٫۵۴ × ۱۰^{-۸} سمر۔ بناء بریں اس مفروضہ کے مطابق، سوڈیم کلورائیڈ کی ایک قلم کو مکعب کے پہلو کے متوازی، مستوی سطحوں کا ایک سلسلہ تصور کر سکتے ہیں، جہاں ہر ایک مستوی سطح سالمات سے بھری ہوئی اور پڑوس کی سطحوں سے ۳٫۵۴ A° دور واقع ہے۔ پس یہ ترتیب "جالی" کی لکیروں کے مطابق، ایک منتظم ترتیب ہے۔ اگر کوئی یک لونی لاشعاع سطحوں کے ایسے سلسلہ پر واقع ہو تو انعکاس وقوع پذیر ہوتا ہے لیکن مختلف سطحوں سے منعکس شعاعیں آپس میں تداخل کر کے ایک دوسری کی تنسیخ کرتی ہیں سوائے اُن سمتوں کے جن کے لیے ذیل کی مساوات صادق آتی ہے:

ن لہ = ۲ف جیب طہ ن

جہاں لہ طولِ موج ہے، ف سطحوں کے درمیان فاصلہ، طہ زاویۂ تماس یعنی زاویۂ وقوع کا متمم اور ن طیف کا درجہ ہے۔ پس خاص خاص زاویہ ہائے تماس ہی پر اشعاع منعکس ہوگی اور یا تو ضیا نگاری تختی (لوحِ عکاسی) کی مدد سے یا روانیت کے کمرے کے ذریعہ سے اس کی شناخت ہو سکیگی۔ یہ انعکاس، اول، دوئم، سوئم درجہ وغیرہ کے طیوف کے متناظر ہیں۔ دیگر تمام زاویوں پر انعکاس نہیں ہوتا۔

پس اگر فاصلہ ف معلوم ہو تو ہر ایک قسم کی لااشعاع کا طولِ موج تخمین کیا جا سکتا ہے۔ برعکس اس کے اگر لااشعاعوں کے کسی معین مبداء کے لیے طولِ موج معلوم ہو تو ہر ایک قلم کی کسی بھی سمت کے لیے فاصلہ ف تخمین کیا جا سکتا ہے۔

"سوڈیم کلورائیڈ" کی قلموں کا جب امتحان نہ صرف مکعب پہلوؤں کے متوازی بلکہ ہشت سطحی اور دوازدہ سطحی پہلوؤں کی متوازی سمتوں میں کیا گیا تو یہ نتیجہ حاصل ہوا کہ یہ فرضیہ کہ قلمی ذرات "سوڈیم کلورائیڈ" کے سالمات ہیں، صحیح نہیں ہے۔ ہشت سطحی پہلوؤں کے انعکاس سے یہ امر ثابت ہوا کہ قلم میں دو قسم کے عاکس مستوی متبادلاً مرتب ہیں، اور ایک قسم کے مستوی سے دوسری قسم کے مستوی کی بہ نسبت زیادہ انعکاس نمایاں ہوتا ہے۔ اس نتیجہ کی توجیہ بآسانی اس فرضیہ سے کی جا سکتی ہے کہ عاکس ذرات "سوڈیم کلورائیڈ" کے سالمات نہیں ہیں بلکہ جیسا کہ شکل ۸۰ میں دکھایا گیا ہے، "سوڈیم" اور "کلورین" کے جواہر ہیں۔ سوڈیم کے ہر ایک جوہر کے قریب ترین پڑوسی "کلورین" کے چھ متساوی الفصل جواہر ہیں اور "کلورین" کے ہر ایک جوہر کے قریب ترین پڑوسی، سوڈیم کے چھ متساوی الفصل جواہر ہیں۔ اس طور پر سوڈیم کلورائیڈ کے سالمہ کے تصور کو چھوڑ کر ایک قسم کا کامل افتراق تصور کیا جاتا ہے جس میں متحرک رواںات کے بجائے غیر متحرک رواںات فرض کیے جاتے ہیں (باب ۲۰)۔ ہر ایسے مستوی میں جو مکعب کے

شکل ۵۸

پہلو کے متوازی ہے، سوڈیم اور کلورین کے جواہر کی تعداد مساوی ہے، اس لیے یہ سب مستوی سطحیں یکساں ہیں۔ برعکس اس کے ہشت سطحی پہلوؤں کے متوازی مستویوں میں، جو شکل ۵۸ میں نقطہ دار مثلثوں سے تعبیر کیے گئے ہیں، متبادل مستوی سطحوں میں صرف سوڈیم کے جواہر (سفید) اور صرف کلورین کے جواہر (سیاہ) موجود ہیں جو انعکاس کے لحاظ سے غیر مساوی طور پر عامل ہیں۔ اگر مکعب کے مستویوں کے درمیان فاصلہ ف ہو تو ہشت سطحی کے مستویوں کے درمیان فاصلہ $\frac{۲ف}{\sqrt{۳}}$ ہے۔ لاشعاعوں کے ساتھ مشاہدات کرنے سے دریافت ہوا کہ ان دونوں فاصلوں کی نسبت ۱ اور $\frac{۲}{\sqrt{۳}}$ کی نسبت کے مساوی ہے جو مذکورۂ بالا توجیہ کے مطابق ہے۔ مکعب کے رخوں کی متوازی سطحوں کے درمیان فاصلہ، ف = ۳ر۵۴ اُ، نہیں ہے کیونکہ یہ قیمت اس مفروضہ کے مطابق محسوب کی گئی تھی کہ انعکاس سوڈیم کلورائیڈ

کے کامل سالمات سے ہوتا ہے۔ مصرحۂ بالا منصوبہ کی رُو سے ہر ایک سالمہ سے دو ذرّات حاصل ہوتے ہیں جن کی فضائی وضع قلم میں شکل ۵۸ کے مطابق ہے اور جن کے لیے

$$ف^3 = \frac{۲۷}{۲ \times ۶٫۰۶ \times ۱۰^{۲۳}} \text{ مکعب سمر}$$

$$ف = ۱٫۸۱ \times ۱۰^{-۸} \text{ سمر}$$

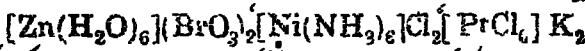
اس طریقہ سے بہت سی قلموں کی اندرونی ساخت کے متعلق تحقیق کی گئی ہے۔ اور اعلیٰ اہمیت کے نتائج حاصل ہوئے ہیں علی الخصوص زیادہ تشاکل والے نظاموں یعنے منتظم، مسدسی اور چار سطحی نظاموں سے تعلق رکھنے والی قلموں کے متعلق۔ جواہر اور اُن کے لونجنی مرکبات تقریباً تمام کے تمام ان ہی نظاموں میں قلماتے ہیں۔ اس کے برعکس نامیاتی مرکبات زیادہ تر کمتر تشاکل والے نظاموں یعنے آرتھورومبک یک میلانی اور سہ میلانی نظاموں میں قلماتے ہیں۔

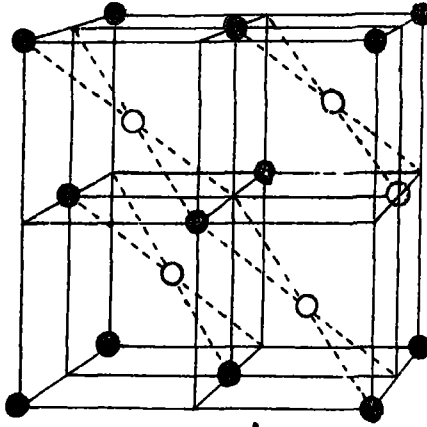
شکل ۵۸ کی طرف پھر سے متوجہ ہو کر اگر صرف سیاہ نقطوں پر غور کیا جائے تو عرفِ حالیہ میں ایک رُخ مرکزی مکعب جالی نظر آئیگی۔ مکعب کے ہر گوشہ پر اور ہر رخ کے مرکز پر ایک سیاہ نقطہ ہے۔ چھوٹے سفید دائروں میں بھی یہی ترتیب پائی جائیگی۔ پس بحیثیت مجموعی اس کو باہمدیگر ایک دوسری میں سرایت کرنے والی رُخ مرکزی مکعب جالیاں تصور کرسکتے ہیں جن میں سفید دائرے مکعب کے کناروں پر دو سیاہ نقطوں کے عین بیچ میں واقع ہیں اور اس طرح دو سیاہ نقطے دو سفید دائروں کے عین بیچ میں واقع ہیں۔ یہ ساخت نہ صرف سوڈیئم کلورائیڈ کی بناوٹ کو تعبیر کرتی ہے بلکہ جملہ قلوی دھاتوں کے (باستثنائے سیزیم) لونجنی مرکبات کے لیے بھی صحیح پائی جاتی ہے۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ بڑا مکعب جن آٹھ چھوٹے مکعبوں پر مشتمل ہے ان میں سے ہر ایک کے چار کالے (یا چار سفید) نشان ایک منتظم چار سطحی

Orthorhombic

مجسم کے گوشوں پر واقع ہیں۔ اب اگر سفید جالی کو وتر کی سمت میں اس طرح ہٹائیں کہ سفید نشان چھوٹے مکعبوں کے مرکزوں پر پہنچ جائیں جیسا کہ شکل ۵۹ میں بتایا گیا ہے جبکہ نقطہ دار صلیبی خط ط چھوٹے مکعبوں کے جسمی وتر ہیں تب ہر ایک سفید نشان کالے مجسم چارسطحی کے مرکز پر واقع ہوگا اور اسی طرح ہر ایک کالا نشان سفید مجسم چارسطحی کے مرکز پر واقع ہوگا۔ اس ساخت میں ہر ایک کالے یا سفید نشان کے قریب ترین پڑوسی مخالف نوع کے چار مساوی فاصلے والے نشان ہونگے۔ زنک بلینڈ (ZnS) اس قسم کی ساخت کی ایک مثال ہے۔ چاہو تو ہم زنک (یعنے جست) کے جوہروں کو کالے نشان اور گندک کے جوہروں کو سفید نشان فرض کرسکتے ہیں۔ شکل ۶۰ میں یہ بات دیکھنے کے قابل ہے کہ صرف متبادل چھوٹے مکعبوں کے مرکزوں پر نشان واقع ہیں۔ اگر ہم تمام چھوٹے مکعبوں کے مرکزوں پر سفید نشان تصور کریں تو کالے نشانوں کی بہ نسبت سفید نشان دوچند ہوجائینگے۔ کیلسیم فلورائیڈ کی ساخت اس طرح تعبیر ہوتی ہے جس میں کالے نشان کیلسیم کے جوہروں کو تعبیر کرتے ہیں اور سفید فلورین کے جوہروں کو۔ بہت سے "ہم رتبی" مرکبات اسی ساخت کے ثابت ہوئے ہیں مثلاً

$[Zn(H_2O)_6](BrO_3)_2$، $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$، $[PtCl_6]K_2$

اگر ہم زنک بلینڈ کی ساخت میں (شکل ۶۰) تمام نشانوں کو ایک ہی مثلاً سیاہ تصور کریں تو اس سے وہ ترتیب پیدا ہوتی ہے جو ہیرے میں دریافت ہوئی ہے۔ اس میں تمام جوہر کاربن کے ہیں۔ یہ ساخت کاربن کے جوہر کے چارتلعی نمونہ سے بالکل متفق ہے۔ کیونکہ اس میں ہر ایک کاربن کے جوہر کے قریب ترین پڑوسی چارسطحی مجسم کے گوشوں پر چار دوسرے کاربن کے جوہر ہیں جن کا اول الذکر کاربن کا جوہر مرکز ہے۔ ہیرے کی ساخت کا تشاکل اور یکسانیت اور نیز اس کے جوہروں کی گنجان ترتیب بلاشک اس کی سختی کا باعث ہے۔ اس میں پڑوس کے کاربن کے جوہروں میں فاصلہ ۱٫۵۴ اے ہے

یہی فاصلہ بڑے مکعب کے جسمی وتر کے علی القوائم ایک دوسرے کے بازو کے

شکل ۵۹

(یا متصل کے) مستویوں کا فاصلہ ہے۔ گریفائیٹ کی ساخت ہیرے کی ساخت سے زیادہ تر اس امر میں مختلف ہے کہ اس کے مستویوں کا درمیانی فاصلہ مصرحۂ بالا قیمت کے دو چند سے کسی قدر زیادہ ہے اگرچہ مستویوں کے اندر کے متصل کے جوہروں میں فاصلہ تقریباً وہی ہے۔ اس ترتیب کے ذریعہ ہم آسانی کے ساتھ توجیہ کر سکتے ہیں کہ ضخیم گریفائیٹ میں آسان انشقاق اور پرت بندی کیوں پائی جاتی ہے۔

جب لاشعاعوں کے ذریعہ سے "دراز زنجیر" مرکبات کا امتحان کیا جاتا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ ان میں معیّن مستویاں ہیں جن کا درمیانی فاصلہ کاربن کی زنجیر کے طول کے تابع ہے مثلاً شحمی ترشوں کے ایسٹروں کے لیے ہر اضافہ (CH_2) کے ساتھ مستویوں کے درمیانی فاصلہ میں بروے اوسط ۲۲ء۱ ا کا اضافہ ہوتا ہے۔ نامیاتی تسطیحی کیمیا کا قرار دادیہ ہے کہ کاربن جوہر کی "گرفتیں" منتظم چار سطحی کے مرکز سے نکل کر اس کے گوشوں تک جاتی ہیں۔ مرکز پر کی "گرفتوں" کے درمیانی زاویے چار سطحی کے زاویہ °۱۰۹ ۲۸ کے

مساوی ہیں۔ ہم مزید فرض کرسکتے ہیں کہ ایک آزاد زنجیر میں دو پڑوس کے کاربن جوہر ایسے ملے ہوئے ہوتے ہیں کہ ان کو ملانے والی گرفتیں ایک خطِ مستقیم میں ہوتی ہیں جن کے گرد بطور محور متعلقہ چارسطحیاں گھوم سکتی ہیں۔ اب اگر ہم تین متّصل کے کاربن جوہروں ا، ب، ج پر غور کریں تو مرکزوں کو ملانے والے دو خطوط ا ب اور ب ج کا درمیانی زاویہ چارسطحی کا زاویہ ہوگا۔ در پہلے اور تیسرے جوہروں کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ ا ج کاربن جوہر کے "قطر" کا دو چند یعنی ۲ × ۵۴ر۱ اُ جیسا کہ ہیرے کی ساخت سے مشتق ہوتا ہے نہیں ہوگا بلکہ ۴۴ر۲ یا ۲ × ۲۲ر۱ اُ ہوگا۔ اس لیے ہم اگر ایک "مستقیم" کاربن کی زنجیر تیار کریں تاکہ اعظم طول حاصل ہوسکے تو جواہر ایک مستوی میں بطور کج مج ترتیب پائینگے۔ فی کاربن جوہر طول میں ۲۲ر۱ اُ ہوگا جو ایسٹروں سے متعلق دریافت کردہ قیمت سے منطبق ہے۔ پس سالموں کو طویل "مستقیم" زنجیریں تصور کرنا چاہیے جو قلم کے اندر باہمدیگر متوازی واقع ہوتی ہیں۔ یہ تصور اس امرِ حقیقی سے مختلف نظر آتا ہے کہ سیر شدہ زنجیروں میں حلقہ بندی نہایت آزادی کے ساتھ پہلے جوہر اور پانچویں یا چھٹے جوہروں کے ساتھ بائیر (Baeyer) کے نظریۂ فساد کے بموجب عمل میں آتی ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ جوہر فضا میں ایک دوسرے کے قریب ہو لیتے ہیں۔ لیکن اس کے ساتھ ہی یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ مائع یا گیسی سالمہ ٹھوس قلم کے اندر کی مجبوریوں سے آزاد ہے اور اس لیے چارسطحی کے گھومنے سے ایک خمیدہ زنجیر کی شکل اختیار کرسکتا ہے جو قلم کی منتظم ترتیب کی صورت میں سیدھی ہو جاتی ہے۔

اوپر جو بیان ہوا ہے اس سے ایسا معلوم ہوتا ہے کہ سالمہ کے تصور کا اطلاق ہر صورت میں براہ راست اشیاء کی قلمی حالت پر نہیں ہوسکتا۔ بطور مثال ہیرے کی قلم کو ایک بڑا سالمہ تصور کرسکتے ہیں اس لیے کہ اس کے اندر کا ہر ایک کاربن جوہر اس کے پڑوس کے جوہروں کے ساتھ بالتشابہ بندھا ہوا ہے۔ سوڈیم کلورائیڈ کی قلم میں بھی اسی طرح ہر ایک

سوڈیم کا جوہر اس کے قریب ترین چھ کلورین کے جوہروں کے ساتھ وابستہ ہے۔ اس امر کی شہادت موجود ہے کہ سوڈیم کلورائیڈ کی قلم میں جوہر برقائے ہوئے ہیں۔ پس اس مرکب کی حالت اور عموماً نمکین مرکبوں کی حالت کامل روانیت کے مشابہ تصور کی جاسکتی ہے (ملاحظہ ہو باب ۲۳ دربارۂ برق پاشیدی افتراق)۔ لیکن روانات کو صرف اُس حد تک آزادی حاصل ہے کہ ہر ایک اپنے اپنے ثابت محل کے گرد ارتعاش کرے کامل حرکت پذیری سے محروم ہے۔ کیمیائی سالمہ کا تصور نامیاتی مرکبوں مثلاً بنزین میں اب بھی موجود ہے۔ سالمہ بالالتزام قلمی اکائی نہیں ہے یعنے قلم کا سب سے چھوٹا جزو نہیں ہے جو قلم کی تمام مختص خاصیتوں کو ظاہر کرتا ہے۔ بطور عام یہ کہا جا سکتا ہے کہ قلمی اکائی میں نسبتہً تھوڑی تعداد سالمات کی موجود ہے۔ مثلاً بنزین کی قلمی اکائی میں دو سالمے ہیں اور بنزوئک ترشہ میں چار سالمے۔

ملاحظہ ہو۔

۱۔ آر۔ اے ملیکن (R. A. Millikan) "برقیہ" (سنہ ۱۹۲۶ء)

۲۔ جے پیرن (J. Perrin) "جواہر" (مترجمہ ڈی۔ لائیڈ ہامک (D. Ll. Hammick) سنہ ۱۹۲۳ء)

۳۔ جی۔ ڈبلیو۔ سی۔ کے (Kaye) "لا شعاعیں" (لندن سنہ ۱۹۲۳ء)

۴۔ ڈبلیو۔ ایچ۔ برگ اور ڈبلیو۔ ایل۔ برگ (W. L. Bragg) "لا شعاعیں اور قلمی ساخت" (سنہ ۱۹۲۴ء)

۵۔ جے۔ اے۔ کروودر (J. A. Crowther) "سالمی طبیعیات" (سنہ ۱۹۲۲ء)

۶۔ اے مولر (A. Muller) اور جی شیئرر (G. Shearer) جرنل کیمیکل سوسائٹی ۱۲۳ (سنہ ۱۹۲۳ء) (لمبی زنجیر والے مرکبات کی لا شعاعی پیمائشیں)

---

۱ The Electron

۲ X–Rays

۳ X–Rays and Crystal Structure

۴ Moleoular Physics

۵ X-Rays measurements of long-chain compounds

باب سی و سوم

جوہری عدد اور ہمجائی

لاشعاعوں کے انتشار کے تجربوں سے یہ نتیجہ حاصل ہوا تھا کہ کسی جوہر میں آزاد منفی برقیوں کی تعداد، جوہری وزن کے نصف کے تقریباً برابر ہے۔ ان سے بالکل آزاد تجربے جو شِلی دھاتی چادروں میں سے گزرتے ہوئے عہ ذرات کے انصراف کے متعلق کیے گئے بتائے کہ کسی جوہر میں آزاد مثبت باروں کی تعداد، جوہری وزن کے نصف کے تقریباً برابر ہے۔ ہر دو نتائج ایک دوسرے کے موید ہیں کیونکہ جوہر بہ حیثیتِ مجموعی معدل ہوتا ہے، اس لیے مرکزہ پر آزاد مثبت باروں کی تعداد، اس کے گرد گھومنے والے آزاد منفی برقیوں کی تعداد کے لازماً مساوی ہونی چاہیے۔

اس طرح جو رابطہ قائم کیا گیا ہے وہ محض تقریبی ہے تاہم یہ اس امر کی طرف اشارہ کرتا ہے کہ جب ہم ایک عنصر سے اس سے متصل اعلیٰ جوہری وزن والے عنصر تک صعود کر لتے ہیں تو مرکزی بار بمقدار ایک اکائی کے بڑھ جاتا ہے اور آزاد برقیوں کی تعداد بھی بمقدار ۱ کے بڑھتی ہے کیونکہ متصل عناصر کے جوہری اوزان کا اختلاف بالاوسط ۲ اور ۳ کے درمیان ہے۔

صفحہ ۲۶۱ پر قبل ازیں بیان کر دیا گیا ہے کہ جب عناصر کو کافی تیز رفتار زیر برقیری شعاعوں کے تصادم سے برقاتے ہیں تو ان سے نہ صرف ایک منتشر لا اشعاع صادر ہوتا ہے بلکہ ایک مختص اشعاع بھی وقوع میں آتا ہے جو معین طول موج کے نسبتہً تھوڑے خطوط پر مشتمل ہے۔ یہ طول موج اشعاع کو معلوم سالمی تفاصل کے قلم سے منعکس کرا کر دریافت کر سکتے ہیں (باب ۳۱)۔ اور اس طرح مختلف عناصر کے جو طیوف تیار ہوتے ہیں ان کا ایک دوسرے سے مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔ لاشعاعی طیوف مناظری طیوف سے اس معاملہ میں مختلف ہے کہ اول الذکر ماہیت میں بہت زیادہ سادہ ہوتے ہیں۔ اور مختلف عناصر کے متناظر خطوط کی پیمائش اور ان کا مقابلہ آسان ہوتا ہے۔ سب سے پہلے جس شخص نے یہ کام کیا وہ موسلے (Moseley) تھا۔ اس نے پوٹاسیئم فیروسائنائیڈ کا عاکس قلم استعمال کر کے شکل نمبر ۶ کے متشابہ نتائج حاصل کیے۔ اس شکل میں ٹائٹینیئم (Titanium) سے لے کر جست (Zinc) تک کے عناصر کے خطوط ظاہر کیے گئے ہیں۔ یہ خطوط جن کا مطالعہ کیا گیا ہے ہر عنصر کے لیے دو ہیں اور ک عہ اور ک بہ اشعاع کہلاتے ہیں۔ ک بہ اشعاعی خط بائیں طرف واقع ہے۔ طول موج انگسٹروم اکائیوں میں درج ہے۔ عناصر اور عناصر کی ترتیب دوری ہے۔ شکل کے معائنہ سے عناصر کے ان لاشعاعی خطوط کی باقاعدگی عیاں ہے۔ ایک عنصر سے دوسرے عنصر کو جب جاتے ہیں تو دونوں طیفی خطوط بائیں جانب کو ہٹ جاتے ہیں اور ان کا درمیانی فاصلہ گھٹتا جاتا ہے۔ موسلے نے دریافت کیا کہ محصلہ نتائج مندرجۂ ذیل عام ضابطہ کے ذریعہ معتدبہ صحت کے ساتھ ظاہر کیے جا سکتے ہیں:

$$\frac{1}{\text{لہ}} = \text{ن} = \text{ا}\,(\text{ع} - \text{ب})^2$$

جس میں لہ طول موج ہے، ن موجی عدد یعنی ایک سنٹی میٹر لمبائی میں موجوں کی تعداد؛ ا اور ب ایک دی ہوئی صنف سے متعلقہ مستقل؛ اور ع ایک عدد ہے۔ ا اور ب کی قیمتیں معلوم کرنے اور لہ کی پیمائش کر کے ہم کسی عنصر کے لیے عدد ع دریافت کر سکتے ہیں۔ تجربہ بتاتا ہے کہ ایک عنصر سے نکل کر دوسرے اس کے بعد ہی کے بلند تر جوہری وزن کے عنصر کا معائنہ

شکل ۶۰

کرتے ہیں تو ع میں ۱ (ایک) کا اضافہ ہوتا ہے بشرطیکہ ہم فرض کریں کہ ٹائیٹینیم کے لیے جو جوہری وزن کے لحاظ سے بائیسواں عنصر ہے ع ۲۲ ہے۔ موسلے کے تجربوں کا نتیجہ مندرجہ ذیل عبارت میں بیان کیا جا سکتا ہے:-

ہر ایک عنصر ایک صحیح عدد سے مختص ہوتا ہے جو اس کے لاشعاعی طیف کی تعیین کرتا ہے۔ موسلے نے اس صحیح عدد کے لیے عنصر کا جوہری عدد نام مقرر کیا اور بتایا کہ وہ جوہری مرکزہ کی مثبت برقی اکائیوں کی تعداد کے ساتھ منطبق ہوتا ہے۔ بدیں وجہ وہ مرکزہ کے باہر کے برقیوں کی تعداد کو بھی ظاہر کرتا ہے۔ اس تطبیق کے لحاظ سے ہائیڈروجن میں اس کے مرکزہ کے باہر ایک برقیہ ہے، ہیلیم میں دو برقیے ہیں، اور لیتھیم میں تین اور اسی طرح دوسرے عناصر میں علی الترتیب چار، پانچ، چھ وغیرہ۔ کوئی عنصر ایسا نہیں دریافت ہوا ہے جس کے لیے ع کی قیمت کسری ہو۔ اور سوائے ایک یا دو مستثنیات کے ایک سے لے کر ۹۲ تک جتنے صحیح اعداد ہیں ان کے متناظر عناصر موجود ہیں۔

جدول ۱

جوہری اعداد کے لحاظ سے عناصر کی ترتیب

جوہری عدد	نام عنصر		کیمیائی علامت	جوہری وزن
۱	ہائیڈروجن	Hydrogen	H	۱
۲	ہیلیئم	Helium	He	۴
۳	لیتھیم	Lithium	Li	۷
۴	گلوسینم	Glucinum	Gl	۹
۵	بورون	Boron	B	۱۱
۶	کاربن	Carbon	C	۱۲
۷	نائیٹروجن	Nitrogen	N	۱۴
۸	آکسیجن	Oxygen	O	۱۶
۹	فلورین	Fluorine	F	۱۹
۱۰	نیون	Neon	Ne	۲۰
۱۱	سوڈیم	Sodium	Na	۲۳
۱۲	مگنیشیم	Magnesium	Mg	۲۴
۱۳	الومینیم	Aluminium	Al	۲۷
۱۴	سلیکن	Silicon	Si	۲۸
۱۵	فاسفورس	Phosphorus	P	۳۱
۱۶	گندک (سلفر)	Sulphur	S	۳۲
۱۷	کلورین	Chlorine	Cl	۳۵
۱۸	آرگن	Argon	A	۴۰
۱۹	پوٹاشیم	Potassium	K	۳۹

جوہری عدد	نام عنصر		کیمیائی علامت	جوہری وزن
۲۰	کیلسیئم	Calcium	Ca	۴۰
۲۱	سکنڈیئم	Scandium	Sc	۴۵
۲۲	ٹائی ٹینیئم	Titanium	Ti	۴۸
۲۳	وینیڈیئم	Vanadium	V	۵۱
۲۴	کرومیئم	Chromium	Cr	۵۲
۲۵	مینگنیز	Manganese	Mn	۵۵
۲۶	لوہا (آئرن)	Iron	Fe	۵۶
۲۷	کوبالٹ	Cobalt	Co	۵۹
۲۸	نکل	Nickel	Ni	۵۹
۲۹	تانبا (کاپر)	Copper	Cu	۶۴
۳۰	جست (زنک)	Zinc	Zn	۶۵
۳۱	گیلیئم	Gallium	Ga	۷۰
۳۲	جرمینیئم	Germanium	Ge	۷۲
۳۳	سنکھیا (آرسینک)	Arsenic	As	۷۵
۳۴	سیلینیئم	Selenium	Se	۷۹
۳۵	برومین	Bromine	Br	۸۰
۳۶	کرپٹن	Krypton	Kr	۸۳
۳۷	روبیڈیئم	Rubidium	Rb	۸۵
۳۸	سٹرانشیئم	Strontium	Sr	۸۸
۳۹	یوٹریئم	Yttrium	Y	۸۹
۴۰	زرکونیئم	Zirconium	Zr	۹۱
۴۱	کولمبیئم	Columbium	Cb	۹۴
۴۲	مولبڈینم	Molybdenum	Mo	۹۶
۴۳	- - - -	- - - - - -	- - -	- -

جوہری وزن	کیمیائی علامت	نام عنصر		جوہری عدد
۱۰۲	Ru	Ruthenium	روتھینیم	۴۴
۱۰۳	Rh	Rhodium	روڈیم	۴۵
۱۰۷	Pd	Palladium	پلیڈیم	۴۶
۱۰۸	Ag	Silver	چاندی (سلور)	۴۷
۱۱۲	Cd	Cadmium	کیڈمیم	۴۸
۱۱۵	In	Indium	انڈیم	۴۹
۱۱۹	Sn	Tin	قلعی (ٹن)	۵۰
۱۲۲	Sb	Antimony	سرمہ (انٹی منی)	۵۱
۱۲۷	Te	Tellurium	ٹیلوریم	۵۲
۱۲۷	I	Iodine	آیوڈین	۵۳
۱۳۰	Xe	Xenon	زینان	۵۴
۱۳۳	Cs	Caesium	سیزیم	۵۵
۱۳۷	Ba	Barium	بیریم	۵۶
۱۳۹	La	Lanthanium	لنتھینم	۵۷
۱۴۰	Ce	Cerium	سیریم	۵۸
۱۴۱	Pr	Praseodymium	پریزیوڈیمیم	۵۹
۱۴۴	Nd	Neodymium	نیوڈیمیم	۶۰
..	- - -	- - - - - -	- - - -	۶۱
۱۵۰	Sa	Samarium	سمیریم	۶۲
۱۵۲	Eu	Europium	یوروپیم	۶۳
۱۵۷	Gd	Gadolinium	گیڈولینیم	۶۴
۱۵۹	Tb	Terbium	ٹربیم	۶۵
۱۶۲	Ds	Dysprosium	ڈائیس پروزیم	۶۶
۱۶۳	Ho	Holmium	ہولمیم	۶۷

جوہری وزن[۵]	کیمیائی علامت	نام عنصر		جوہری عدد
۱۶۸	Er	Erbium	اربیم	۶۸
۱۶۹	Tm	Thulium	تھولیم	۶۹
۱۷۳	Yb	Ytterbium	یوٹربیم	۷۰
۱۷۵	Lu	Lutecium	لوٹیسیم	۷۱
۱۷۸	Hf	Hofnium	ہفنیم	۷۲
۱۸۱	Ta	Tantalum	ٹنٹیلم	۷۳
۱۸۴	W	Tungsten	ٹنگسٹن	۷۴
..	..	..	..	۷۵
۱۹۱	Os	Osmium	آسمیم	۷۶
۱۹۳	Ir	Iridium	اریڈیم	۷۷
۱۹۵	Pt	Platinum	پلاٹینم	۷۸
۱۹۷	Au	Gold	سونا (گولڈ)	۷۹
۲۰۱	Hg	Mercury	پارا (مرکری)	۸۰
۲۰۴	Tl	Thallium	تھیلیم	۸۱
۲۰۶	Ac D	Actinium D	ایکٹینیم د	
۲۰۸	Th D	Thorium D	تھوریم د	
۲۱۰	Ra C_2	Radium C_2	ریڈیم ج۲	
۲۰۶	Ac Pb	Actinium Lead	ایکٹینیم سیسا	۸۲
۲۰۶	Ra Pb_1	Radium $Lead_1$	ریڈیم سیسا۱	
۲۰۷	Pb	Lead	سیسا	
۲۰۸	Th Pb	Thorium Lead	تھوریم سیسا	
۲۱۰	Ra Pb_2	Radium $Lead_2$	ریڈیم سیسا۲	
۲۱۰	Ra D	Radium D	ریڈیم د	
۲۱۰	Ac B	Actinium B	ایکٹینیم ب	
۲۱۲	Th B	Thorium B	تھوریم ب	
۲۱۴	Ra B	Radium B	ریڈیم ب	

جوہری عدد	نام عنصر		کیمیائی علامت	جوہری وزن
۸۳	بسمتھ	Bismuth	Bi	۲۰۹
	ریڈیم ذ	Radium E	Ra E	۲۱۰
	ایکٹینیم ج	Actinium C	Ac C	۲۱۰
	تھوریم ج	Thorium C	Th C	۲۱۲
	ریڈیم ج	Radium C	Ra C	۲۱۴
۸۴	پولونیسم	Polonium	Po	۲۱۰
	تھوریم جَ	Thorium C′	Th C′	۲۱۲
	ریڈیم جَ	Radium C′	Ra C′	۲۱۴
	ایکٹینیم ا	Actinium A	Ac A	۲۱۴
	تھوریم ا	Thorium A	Th A	۲۱۶
	ریڈیم ا	Radium A	Ra A	۲۱۸
۸۵	..	..	..	..
۸۶	ایکٹینیم ایمانیشن	Actinium emanation	Ac Em	۲۱۸
	تھوریم ایمانیشن	Thorium emanation	Th Em	۲۲۰
	ریڈان	Radon	Rn	۲۲۲
۸۷	..	..	..	..
۸۸	ایکٹینیم لا	Actinium X	Ac X	۲۲۲
	تھوریم لا	Thorium X	Th X	۲۲۴
	ریڈیم	Radium	Ra	۲۲۶
	میسوتھوریم ۱	$Mesothorium_1$	$Ms\ Th_1$	۲۲۸
۸۹	ایکٹینیم	Actinium	Ac	۲۲۶
	میسوتھوریم ۲	$Mesothorium_2$	$Ms\ Th_2$	۲۲۸

جوہری عدد		نام عنصر		کیمیائی علامت	جوہری وزن
۹۰	ریڈیو اکٹینیم	Radio-actinium		Rd Ac	۲۲۶
	ریڈیو تھوریم	Radio-thorium		Rd Th	۲۲۸
	آئیونیم	Ionium		Io	۲۳۰
	یورینیم ہا	Uranium Y		U Y	۲۳۰
	تھوریم	Thorium		Th	۲۳۲
	یورینیم لا۱	Uranium X_1		U X_1	۲۳۴
۹۱	ایکاٹنٹلم	Ekatantalum		Ek Ta	۲۳۰
	یورینیم لا۲	Uranium X_2		U X_2	۲۳۴
۹۲	یورینیم ۲	$Uranium_{II}$		U_2	۲۳۴
	یورینیم ۱	$Uranium_I$		U_1	۲۳۸

جدول ۲

جوہری اعداد کے مطابق دَوری جماعت بندی

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
	H ۱							
He ۲	Li ۳	Gl ۴	B ۵	C ۶	N ۷	O ۸	F ۹	
Ne ۱۰	Na ۱۱	Mg ۱۲	Al ۱۳	Si ۱۴	P ۱۵	S ۱۶	Cl ۱۷	
A ۱۸	K ۱۹	Ca ۲۰	Sc ۲۱	Ti ۲۲	V ۲۳	Cr ۲۴	Mn ۲۵	Fe ۲۶
								Co ۲۷
								Ni ۲۸
	Cu ۲۹	Zn ۳۰	Ga ۳۱	Ge ۳۲	As ۳۳	Se ۳۴	Br ۳۵	

Ru ۴۴	۴۳ ...	Mo ۴۲	Cb ۴۱	Zr ۴۰	Y ۳۹	Sr ۳۸	Rb ۳۷	Kr ۳۶
Rh ۴۵								
Pd ۴۶								
	I ۵۳	Te ۵۲	Sb ۵۱	Sn ۵۰	In ۴۹	Cd ۴۸	Ag ۴۷	
					La ۵۷	Ba ۵۶	Cs ۵۵	Xe ۵۴
					Ce ۵۸			
					Pr ۵۹			
					Nd ۶۰			
					• ۶۱			
					Sa ۶۲			
					Eu ۶۳			
					Gd ۶۴			
					Tb ۶۵			
					Ds ۶۶			
					Ho ۶۷			
					Er ۶۸			
					Tm ۶۹			
					Yb ۷۰			
Os ۷۶	•• ۷۵	W ۷۴	Ta ۷۳	Hf ۷۲	Lu ۷۱			
Ir ۷۷								
Pt ۷۸								

۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰
	...۸۵	Po ThC′ RaC′ AcA ThA RaA } ۸۴	Bi RaE AcC ThC RaC } ۸۳	AcPb $RaPb_1$ Pb ThPb $Rapb_2$ RaD AcB ThB RaB } ۸۲	Tl AcD ThD RaC_2 } ۸۱	۸۰ Hg	Au ۷۹	
		U_{11} U_1 } ۹۲	EKaTa Ux_2 } ۹۱	RdAc Rd Th Io Uy Th Ux_1 } ۹۰	Ac Ms Th_2 } ۸۹	AcX ThX Ra $MsTh_1$ } ۸۸	...۸۷	AcEm ThEm Rn } ۸۶

جدول ۱۳ میں عناصر کی ترتیب، بلحاظ ان کے جوہری اعداد کے درج کی گئی ہے۔ جوہری اوزان بھی قریب ترین صحیح عدد تک، درج ہیں۔ یہ امر قابلِ لحاظ ہے کہ چند مستثنیات (یعنی آرگون Argon اور

پوٹاشیم" (Potassium) کے سوائے، جوہری وزن ۲۰۰ تک، جوہری اعداد اور جوہری اوزان کی ترتیب یکساں ہے۔ اِس کے بعد "ہجا" عناصر کے گروہ شروع ہو جاتے ہیں جن میں ایک جوہری عدد کے تحت بسا اوقات متعدد مختلف جوہری اوزان والے عناصر شامل ہیں۔ یہاں پہنچ کر جوہری اعداد اور جوہری اوزان کی علی التواتر ترتیب میں معتد بہ تراکب پایا جاتا ہے۔ جدول کے آخری حصہ کے بیشتر جوہری اوزان کی تخمین براہ راست نہیں کی گئی بلکہ وہ نظریۂ تکسر (باب ۴۴) سے مستنبط ہوئے ہیں لیکن چونکہ سیسے کی حالت میں اِس قسم کے استنباط کی تجربی تصدیق نمایاں طور پر ہو چکی ہے (صفحہ ۳۰۵) اس لیے یہ عام ترتیب اعتماد کے قابل متصور ہو سکتی ہے۔ سلسلۂ "ایکٹینئم" کے عناصر کے متعلق سب سے کم تیقن ہو سکتا ہے۔

اگر جوہری اوزان کی بجائے جوہری اعداد کو اساس مانا جائے تو عناصر کی دوری جماعت بندی جدول ۲ کے بموجب ہوگی۔ یکساں گرفت اور عام کیمیائی ماہیت والے عناصر انتصابی کالموں میں پائے جاتے ہیں اور کالموں کے راس پر جو اعداد درج ہیں وہ گرفت کو ظاہر کرتے ہیں۔ تابکار ہجا عناصر خطوطِ وحدانی کے اندر رکھے گئے ہیں۔

جدول ۱ کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ اِس میں اب بھی چند خالی جگہیں موجود ہیں۔ بعض جگہوں میں جو عنصر درج کر دیے گئے ہیں ہنوز ان کی تحقیقات مکمل نہیں ہوئی ہے۔ جو عنصر ابھی دریافت نہیں ہوئے ہیں ان کی تلاش اور ان کی شناخت کے لیے موسلے کا لا۔شعاعی طریقہ حد درجہ مفید ہے۔ ہر عنصر کے لیے اس کے لا۔شعاعی طیف کے خطوط محسوب ہو سکتے ہیں پس اگر کوئی عنصر خالص حالت میں علٰحدہ بھی نہیں کیا گیا ہے تاہم آمیزہ کی حالت میں اس کی تلاش اور شناخت ممکن ہے۔ جوہری عدد ۷۲ کا عنصر جس کا نام ہفنیئم رکھا گیا ہے لا۔شعاعی تشریح ہی کے ذریعہ منکشف ہوا۔ ۴۳ اور ۷۵ جوہری عدد والے عنصر جو دونوں کے دونوں

مینگنیز کے مثیل ہیں اور نادر مٹی م-۶۱ کی دھات غالباً اسی طریقہ سے شناخت ہوئے ہیں اگرچہ ان کے مرکبات ابھی جدا نہیں کیے گئے ہیں۔ جو عناصر ابھی قطعی طور پر غیر منکشف ہیں م-۸۵، اور م-۸۷ ہیں۔ اِن میں سے م-۸۵ ایک لوجن ہے اور م-۸۷ ایک قلوی دھات ہے۔ چونکہ یہ عناصر تابکار عناصر کے خطّہ کے ہیں توقع کی جا سکتی ہے کہ یہ خود بھی تابکار ہونگے۔ لیکن وہ کسی معلومہ تابکار سلسلہ کے ارکان نہیں ہیں۔ ممکن ہے کہ ان کی تابکاری اس قدر خفیف ہے کہ اب تک اس کی شناخت نہ ہوسکی، یا یہ بھی ممکن ہے کہ ان کی تابکاری اس قدر شدت کی تھی کہ وہ حالیہ وقت میں کسی غیر عامل عنصر شاید بسمتھ میں مستحل ہو چکے ہیں۔

اب تک ہم نے ہمجائی کی مثالیں صرف تابکار عناصر یا ان کے تکسّری حاصلوں میں مشاہدہ کیں۔ لیکن **مثبت شعاعوں** کے طریقہ سے ہمجائی کے تصور کو بہت وسعت حاصل ہوئی ہے اور اس کی مدد سے عناصر کی ماہیت پر بہت روشنی ڈالی گئی ہے۔ ہم نے صفحہ ۲۵۷ میں دیکھا ہے کہ ایک اعلیٰ خلاء کی اخراجی نلی میں منفی برقیوں کی ایک مسلسل رَو زیر برقیرہ (کیتھوڈ) کی جانب سے بہتی ہے۔ لیکن اس نلی میں ساتھ ہی برقیوں کی رَو کے علاوہ مثبت برقی بار والے ذرات بھی کیتھوڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں اور اگر کیتھوڈ سوراخدار ہو تو یہ مثبت ذرات اِن سوراخوں میں سے گزر کر کیتھوڈ کے پیچھے دمکیلی شعاعوں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ ابتداءً ان کا نام نہرتی شعاعیں رکھا گیا تھا۔ یہ تزہیر پیدا کرتے ہیں، برق نما کا بار خالی کر دیتے ہیں اور فوٹوگرافی کی تختی کو متاثر کرتے ہیں۔ ان پر جب برقی یا مقناطیسی میدان عاید کیے جاتے ہیں تو ان کا انصراف اس طرح کا ہوتا ہے کہ اِس سے ان کے مثبت بار رکھنے کا ثبوت ملتا ہے۔ فوٹوگرافی کے طریقہ سے ان کا یہ انصراف قلم بند کیا جا سکتا ہے اور اس کی پیمایش سے ان کی رفتار اور ان کی کمیت اور برقی بار کی نسبت محسوب ہو سکتی ہے۔ اگر جے جے ٹامسن کے تجربہ کی طرح مقناطیسی اور برقی میدان منطبق ہوں تو ذرات جن کی ک/ب کی قیمت یکساں

ہوتی ہے لیکن رفتاروں میں اختلاف ہوتا ہے فوٹوگرافی کی تختی پر خطِ مکافی کی سی ترسیم بناتے ہیں۔ اگر برقی اور مقناطیسی میدان علی التواتر ایک دوسرے کے علی القوائم عائد کیے جائیں جیسا کہ آسٹن[1] نے کیا تھا تو رفتار کی خفیف سعتوں کے لیے ک/ب کی مستقل قیمت والے ذرات فوٹوگرافی کی تختی پر ایک واضح خط کھینچینگے۔ یہ خط ایک معین طولِ موج کے نور کے طیفی خط کے مشابہ اور اس کے مقام کی صحت کے ساتھ پیمایش کرکے ک/ب کی تمناظر قیمت مستنبط کی جاسکتی ہے۔ نور کے طیف کی اس سرسری مماثلت کی وجہ سے ذرّات کے انحراف کے ان فوٹوگرافوں کو کمیتی طیوف نام دیا گیا ہے لیکن ان میں پیمانہ طولِ موج کا نہیں ہے بلکہ ک/ب کا ہے۔

ان نسبتوں سے پتہ چلتا ہے کہ تجربہ کی شرائط وحالات کے تحت کسی عنصر پر کا برقی بار اُس مقدار سے بالکلیہ مختلف ہوسکتا ہے جو اس کے مرکبات میں اس کی برقی گرفت کے تمناظر ہے۔ چنانچہ غیر گرفت عناصر کے جواہر پر مثبت برق کے ایک، دو یا اس سے زیادہ اکائی بار مشاہدہ ہوتے ہیں۔ پارانہ صرف ایک یا دو مثبت باروں کے ساتھ مشاہدہ ہوا ہے بلکہ تین یا چار مثبت باروں اور کبھی تو منفی باروں کے ساتھ پایا گیا ہے۔ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اس تجربہ میں جو صورتِ حال پیدا ہوئی ہے بالکلیہ غیر معمولی ہے۔ گیس ایک بڑی حدت کے برقی میدان میں برقائی جاتی ہے۔ برقائے ہوئے جواہر یا سالمات کا تناسب اَبرقائے ہوؤں کے ساتھ تقریباً ناقابلِ لحاظ طور پر قلیل ہے اور گیس اس قدر رقیق ہے کہ تصادموں کا اثر بہت ہی کم ہوجاتا ہے۔ ایسی حالت میں مرکبات کا جب مشاہدہ کیا جاتا ہے تو بعض ایسے برقائے ہوئے جواہری گروہ صورت پذیر ہوسکتے ہیں جو معمولی حالات کے تحت آزادانہ وجود نہیں رکھتے ہیں مثلاً ہیڈروکاربن بخارات میں سالمات CH_3، CH_2، CH وغیرہ کے وجود کا پتہ چلتا ہے۔

مثبت شعاعوں کے ابتدائی مشاہدات جو نیون (Neon) گیس کے ساتھ کیے گئے تو ان میں علاوہ ک/ب = ۲۰ گرام فی فیراڈے کی طبعی

[1] Aston

نسبت کے سالمات کے علاوہ ایک کم حدّت کا خطِ مرکا فی بھی دریافت ہوا جو نسبت ۲۲ کا متناظر تھا۔ چونکہ اس نسبت والے جزو ترکیبی کو نہ تو علیحدہ کر سکتے تھے اور نہ اس کی لبطور لوث کے توجیہ کی جا سکتی تھی اس لیے وہ نیوٗن کی ہمجا تصور کی گئی۔ ان مشاہدات کی بار بار تصدیق ہوئی ہے لیکن ان دو ہمجاؤں کو نفوذ کے ذریعہ ایک دوسرے سے جدا کرنے کی جو کوششیں کی گئیں اب تک کچھ زیادہ کامیاب نہیں ثابت ہوئیں۔

اس نقطۂ نظر سے عناصر کا وسیع پیمانہ پر حسب امتحان کیا گیا تو اس سے بہت اہم نتائج مترتب ہوئے۔ چونکہ ک/ب کی نسبت کی تعیین میں خطا کا اندازہ ا۰۔ فی صد سے کچھ بہت زیادہ نہیں ہے اس لیے اس درجۂ صحت تک کمیتی طیوف دینے والے عناصر کے جوہری اوزان کا باہمدیگر مقابلہ ممکن ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ بعض عناصر "بسیط" ہیں اور دوسرے دو یا تین ہمجاؤں کے آمیزے ہیں۔ مندرجۂ ذیل فہرست میں اب تک دریافت کیے ہوئے نتائج قلمبند کیے گئے ہیں۔ عنوان کمیتی عدد (Mass number) کے تحت کمیتی طیوف سے ماخوذ کی ہوئی جوہری اضافی کمیتیں درج ہیں۔ ہمجائی عناصر کے کمیتی اعداد ان کے مشاہدہ شدہ خطوط کی حدت کے لحاظ سے ترتیب دیے گئے ہیں۔

بسیط

	جوہری وزن	کمیتی عدد
H	۱٫۰۰۷۶	۱٫۰۰۸
He	۴٫۰۰	۴
Gl	۹٫۰۲	۹
C	۱۲٫۰۰	۱۲
N	۱۴٫۰۰	۱۴
O	۱۶٫۰۰	۱۶
F	۱۹٫۰	۱۹

ہمجائی

	جوہری وزن	کمیتی عدد
Li	۶٫۹۴	۷، ۶
B	۱۰٫۸۲	۱۱، ۱۰
Ne	۲۰٫۲	۲۰، ۲۲
Mg	۲۴٫۳۲	۲۴، ۲۵، ۲۶
Si	۲۸٫۱	۲۸، ۲۹، ۳۰
S	۳۲٫۰۶	۳۲، ۳۴، ۳۳
Cl	۳۵٫۴۶	۳۵، ۳۶

	جوہری وزن	کمیتی عدد
Na	۲۳٫۰۰	۲۳
Al	۲۷٫۰	۲۷
P	۳۱٫۰	۳۱
Sc	۴۵٫۱	۴۵
Ti	۴۷٫۹	۴۸
V	۵۱٫۰	۵۱
Cr	۵۲٫۰	۵۲
Mn	۵۴٫۹۳	۵۵
Co	۵۸٫۹۴	۵۹
As	۷۵٫۰	۷۵
Y	۸۸٫۹	۸۹
In	۱۱۴٫۸	۱۱۵
I	۱۲۶٫۹۲	۱۲۷
Cs	۱۳۲٫۸	۱۳۳
Ba	۱۳۷٫۴	۱۳۸
La	۱۳۸٫۹	۱۳۹
Pr	۱۴۰٫۹	۱۴۱
Bi	۲۰۹٫۰	۲۰۹
A	۳۹٫۹	۴۰، ۳۶
K	۳۹٫۱۰	۳۹، ۴۱
Ca	۴۰٫۰	۴۰، ۴۴
Fe	۵۵٫۸۴	۵۶، ۵۴
Ni	۵۸٫۷	۵۸، ۶۰
Cu	۶۳٫۵۴	۶۳، ۶۵
Zn	۶۵٫۳۸	۶۴، ۶۶، ۶۸، ۷۰
Ga	۶۹٫۷۴	۶۹، ۷۱
Ge	۷۲٫۶	۷۴، ۷۲، ۷۰
Se	۷۹٫۲	۸۰، ۷۸، ۷۶، ۸۲، ۷۷، ۷۴
Br	۷۹٫۹	۷۹، ۸۱
Kr	۸۲٫۹	۸۴، ۸۶، ۸۲، ۸۳، ۸۰، ۷۸
Rb	۸۵٫۴	۸۵، ۸۷
Sr	۸۷٫۶	۸۸، ۸۶
Zr	۹۱٫۲	۹۰، ۹۴، ۹۲
Ag	۱۰۷٫۸۷	۱۰۷، ۱۰۹
Cd	۱۱۲٫۴	۱۱۴، ۱۱۲، ۱۱۰، ۱۱۳، ۱۱۱، ۱۱۶
Sn	۱۱۸٫۷	۱۲۰، ۱۱۸، ۱۱۶، ۱۲۴، ۱۱۹، ۱۱۷، ۱۲۲
Sb	۱۲۱٫۷	۱۲۱، ۱۲۳

Te	١٢٧٫٧	١٢٨، ١٣٠، ١٢٦
Xe	١٣٠٫٢	١٢٩، ١٣٢، ١٣١، ١٣٤، ١٣٦، ١٢٨، ١٣٠
Ce	١٤٠٫٢	١٤٠، ١٤٢
Nd	١٤٤٫٣	١٤٢، ١٤٤، ١٤٦
Hg	٢٠٠٫٦	(١٩٧)، ٢٠٢، ٢٠٤، ١٩٨، ١٩٩، ٢٠٠

اس جدول سے واضح ہے کہ "بسیط" عناصر کے جوہری وزن کمیتی عددِ صحیح کے بہت قریب مساوی ہیں۔ اس کے برعکس ہمجائی عناصر کے جوہری وزن عموماً صحیح اعداد سے تقارب نہیں رکھتے ہیں۔ اس لیے کہ یہ عناصر ایسے جوہروں کے آمیزوں پر مشتمل ہیں جو مختلف کمیتی اعداد رکھتے ہیں۔ لیکن چونکہ یہ ہمجا معمولی کیمیائی ذرائع سے ایک دوسرے سے جدا نہیں کیے جا سکتے اس لیے ان کا کسری وزنِ جوہر مستقل رہتا ہے خواہ کسی بھی طریقہ سے ان کی تخلیص (Purification) کی جائے۔ جب مختلف ہمجاؤں میں ان کے علامات کے ذریعہ امتیاز کرنا مقصود ہوتا ہے تو علامت کے ساتھ کمیتی اعداد ظاہر کر دیے جا سکتے ہیں۔ مثلاً کلورین کے ہمجاؤں کے لیے Cl^{35} اور Cl^{37}۔

جدول سے واضح ہے کہ "بسیط" عناصر ہلکے وزنِ جوہر (یا جوہری عدد) والے عناصر میں زیادہ پائے جاتے ہیں اور ہمجائی عناصر بھاری وزنِ جوہر والوں میں پائے جاتے ہیں۔

بعض صورتوں میں کمیتی اعداد جو مشاہدہ ہوتے ہیں اعدادِ صحیح سے خفیف سے مختلف ہوتے ہیں۔ خفیف اختلاف کس حد تک ہو سکتا ہے اور وہ کس امر کی ترجمانی کرتا ہے مزید تحقیقات کے محتاج ہیں۔ ہائیڈروجن کی حیثیت عجیب اور انوکھی ہے۔ یہ عنصر "بسیط" ہے اور اس کا کمیتی عدد ١٫٠٠٨ جو اس کے جوہری وزن کے

ٹھیک متناظر ہے بلاشبہ بہت صحیح ہے۔ آیندہ باب میں اس غیر معمولی صورتِ حال کی قابلِ تسلیم توجیہ پیش کی جائیگی۔

گیسی ہمجا عناصر مثل کلورین یا ہمجا مرکبات مثل ہائیڈروکلورک ترشہ کے ساتھ جب نفوذ کا عمل کیا جاتا ہے تو ان کے ہمجا ایک دوسرے سے جزوی طور پر علیحدہ کیے جاتے ہیں۔ لیکن نہایت ہی خفیف مقداروں میں۔ اور ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ایک طبیعی طریقہ پارے کے ہمجاؤں کو علیحدہ کرنے کا کسی قدر کامیاب ثابت ہوا ہے۔ چنانچہ پارے کو جب احتیاط کے ساتھ خالص بناکر جوش کیے بغیر خلاء میں اس کی تبخیر کرتے ہیں اور بخار کو فوراً پارے کی سطح کے قریب ہی کی اعلیٰ درجہ کی مبرّد سطح پر بستہ کرتے ہیں تو جو پارا اس طرح کشید کیا جاتا ہے اس کی کثافت اور باقیماندہ پارے کی کثافت میں خفیف سا اختلاف مشاہدہ ہوا ہے۔ یہ اختلاف متعاقب معمولی کشید پر بھی غیر متغیر اور برقرار رہتا ہے۔

تجربوں کے ذریعہ اس امر کی تحقیق کی گئی کہ آیا ہمجاؤں کے طیوف متماثل ہوتے ہیں یا نہیں۔ کسی معیّن طیفی خط کا طول موج جو کہ عنصر کی ایک خاصیت ہے اس کے برقی بار کے تابع ہوتا ہے اور قابلِ احساس طور پر مرکزے کی کمیت کے تابع نہیں ہوتا ہے اس لیے وہ ہمجا جواہر کے لیے تقریباً یکساں ہوتا ہے۔ اس کے برعکس سالمات کے بند دار طیوف ایسے اہتزازوں اور گردشوں پر موقوف ہیں جن سے مرکزے کی کمیت ملحق ہے۔ بدیں وجہ کسی عنصر کے مختلف ہمجاؤں والے سالمات کے بند دار طیوف میں نمایاں اختلافات کی توقع کی جاسکتی ہے۔ تجربہ سے اس کی تصدیق ہوتی ہے۔ چنانچہ بورون کے ہمجا B^{10} اور B^{11} کے مرکبوں کے طیوف میں ۱۴۰ لہ (انگسٹروم اکائی) تک کے تفاوت مشاہدہ ہوئے ہیں۔

اوپر جو بیان ہوا ہے اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ عناصر کا وزنِ جوہر بلحاظ اس کے عام مفہوم کے ایک مخصوص عدد نہیں ہے بلکہ اکثر صورتوں میں وہ حقیقی معنی و ماہیت رکھنے والے اوران کا بظاہر اتفاقی اوسط ہے۔ عناصر کی

درجہ بندی اور ان کے تقابل کے لیے جوہری عدد، نہ کہ وزنِ جوہر اساسی مقدار ہے۔

ایچ۔ جی۔ جے۔ موسلے (H. G. J. Moseley) "عناصر کے اعلیٰ تعدّدی طیوف"[1] حصۂ اول مطبوعہ Philosophical Magazine سلسلۂ ششم ۲۶ صفحہ ۱۰۲۴ (۱۹۱۳ء)۔ حصۂ دوم مطبوعہ ایضاً ۲۷ صفحہ ۷۰۳ (۱۹۱۴ء)۔
ایف۔ ڈبلیو۔ ایسٹن (F. W. Aston) "کیمیائی عناصر کے کمیتی طیوف"[2] Phil. Mag. ۳۹ صفحہ ۶۱۱، ۴۰ صفحہ ۶۲۸ ۱۹۲۰ء، ۴۲ صفحہ ۱۴۰ ۱۹۲۱ء، ۴۵ صفحہ ۹۳۴ ۱۹۲۳ء، ۴۷ صفحہ ۳۸۵ ۱۹۲۴ء، ۴۹ صفحہ ۱۱۹۱ ۱۹۲۵ء۔
ایف۔ ڈبلیو۔ ایسٹن "ہمجا" (Isotopes) ۱۹۲۴ء۔

---

[1] "The High Frequency Spectra of the Elements"

[2] "The Mass-Spectra of Chemical Elements."

باب سی و چہارم

تابکار استحالے

بعض مشہور عناصر، مثلاً "یورینیم" (Uranium) اور "تھوریم" (Thorium) میں تابکاری مظاہر کے انکشاف سے بالعموم اور بالخصوص شدّت کے تابکار عناصر "ریڈیم" (Radium) اور "پولونیم" (Polonium) کے انکشاف سے، گذشتہ چند برسوں میں، نہ صرف کیمیائی جوہر کی ماہیت کے متعلق، بلکہ اس کی توانائی کے متعلق بھی، ہمارے خیالات میں ایک انقلابِ عظیم واقع ہوا ہے۔ تابکاری کے انکشاف سے قبل، علمائے کیمیا کا منصوبہ جوہر، خالص نظری اغراض کے لیے بھی، ڈالٹن (Dalton) کا جوہر تھا جو ناقابلِ انقسام اور معیّن وزن کا تسلیم کیا جاتا تھا اور اس کی ذاتی توانائی کی مقدار، اُس مقدار کے لگ بھگ خیال کی جاتی تھی، جو ایک عنصر کے دوسرے عناصر کے ساتھ کیمیائی تعامل میں خارج ہوتی ہے۔ لیکن اب ہم جوہر کو ایک پیچیدہ نظام تصور کرتے ہیں، جو کم از کم بعض حالتوں میں از خود تکسّر کی قابلیت رکھتا ہے اور جس کے اندر، سابقہ اندازہ کی بہ نسبت، کروڑہا گنی زیادہ توانائی کا ذخیرہ جمع ہے۔ تصورِ جوہر میں اِس انقلاب کے باوجود، کیمیا دان کے معمولی کام پر اِس "تغیر" کا بہت کم اثر پڑا ہے۔ جوہری وزن، کاربن کے غیر متشاکل جوہر وغیرہ کے عملی تصورات ذاتِ جوہر سے متعلق

زیادہ گہرے معلومات حاصل ہونے پر بھی بدلتے نہیں پاتے ہیں۔

تابکار عناصر، معمولی غیر تابکار عناصر سے، چند خواص کے باعث جو موخرالذکر میں نہیں پائے جاتے، ممتاز ہیں۔ جب ایک ضیا نگاری تختی (فوٹوگرافی کی تختی) تاریکی میں کسی تابکار شے کے زیر اثر لائی جاتی ہے تو وہ اس طرح متاثر ہوتی ہے گویا کہ تابکار شئے ایک مبدائے نور ہے۔ ابتداً اس اثر کے ذریعہ "یورینیم" اور اس کے مرکبات کی تابکاری کا انکشاف ہوا۔ بعد ازاں "یورینیم" کی کچھ دھاتوں کا امتحان کرنے سے اور بھی زیادہ تابکار عناصر "ریڈیم" اور "پولونیم" منکشف ہوئے۔ ان اشیاء یا ان کے مرکبات کی قلیل ہی مقداریں فوٹوگرافی کی تختی پر بہت زیادہ اور زود تر اثر رکھتی ہیں۔ مزید براں اگر یہ متزہر "زنک سلفائیڈ" کے پردہ کے نزدیک رکھی جائیں تو دمک پیدا کرتی ہیں اور اگر ان کے نواح میں کوئی برق نما رکھا جائے تو اس کے بار کو بہت جلد خارج کر دیتی ہیں۔ بوجہ اس کے کہ وہ اپنے قریب کی گیسوں میں رواینت پیدا کرتی ہیں۔ برق نمائی تجربے کی تابکاری تحقیقات میں بہت نتیجہ خیز ثابت ہوئے ہیں۔ کیونکہ مناسب حالات کے تحت یہ آلہ اس قدر حساس ہوتا ہے کہ اس کے ذریعہ سے تابکار شے کے ایک ملی گرام کے کروڑویں حصہ کے لاکھویں حصہ سے بھی قلیل تر مقدار بخوبی شناخت کی جا سکتی ہے۔

جیسا کہ لفظ تابکاری سے ظاہر ہوتا ہے، اس قسم کی عامل اشیاء کی خصوصیت یہ ہے کہ ان میں سے شعاعیں خارج ہوتی ہیں اور یہی اشعاع ہے جو براہ راست یا بالواسطہ فوٹوگرافی کی تختی، متزہر پردہ یا بر قائے ہوئے برق نما کے اوپر عمل کرتی ہے۔ اشعاع کے تین واضح اصناف کی شناخت ہو چکی ہے، جنہیں علی الترتیب ؂، ب اور ج کا اشعاع کہتے ہیں، ان شعاعوں کی حدت، صرف تابکار عناصر کی مقدار اور ماہیت پر منحصر ہوتی ہے، اور بیرونی حالات اور دوسرے جواہر کے اتحاد سے بالکل آزاد ہے۔ طاقتور مقناطیسی میدان میں ان کا جو برتاؤ ہوتا ہے

اِس سے ہم اِن شعاعوں کو ایک دوسری سے اچھی طرح پہچان سکتے ہیں۔ جہ شعاعیں اِس میدان سے بالکل غیر متاثر ہوتی ہیں۔ عہ شعاعیں اپنے راستہ سے ایک سمت میں منصرف ہوجاتی ہیں اور بہ شعاعیں اس کی مخالف سمت میں۔ اس طرح اِن تین قسم کی شعاعوں کو ہم ایک دوسری سے جدا کر سکتے ہیں۔ اور ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ جہ شعاعوں کے ساتھ کوئی برقی بار نہیں ہوتا ہے۔ عہ اور بہ شعاعیں برقی بار کی حامل ہیں۔ عہ مثبت برقی بار کی اور بہ منفی بار کی۔

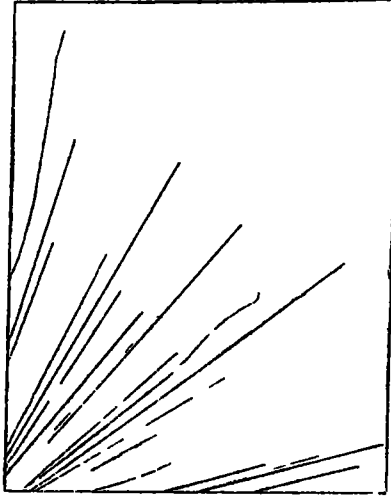
ذرّات، جن پر عہ اشعاع مشتمل ہے، تابکار عنصر کے جوہر کے تکسّر سے حاصل ہوتے ہیں۔ ایسا ہر ذرّہ "ہیلیم" کے جوہر کے مماثل ہے اور مثبت برق کے دو اکائی برقی باروں کا حامل ہوتا ہے۔ "ہیلیم" کے یہ مرکزے تابکار عنصر کے جوہر سے اس کے تکسّر کی حالت میں نہایت تیز رفتار کے ساتھ خارج ہوتے ہیں۔ یہ رفتار متکسّر جوہر کی ماہیت کے لحاظ سے مختلف ہوتی ہے لیکن ہر ایک تابکار عنصر کے لیے یہ مستقل اور کم و بیش ۱٫۵ × ۱۰^۹ سمر (یعنی تقریباً ۱۰۰۰۰ میل) فی ثانیہ ہوتی ہے۔ اِس اعلیٰ رفتار سے متحرک، دقیق "ذرّہ" میں دخول کی بہت بڑی طاقت ہوتی ہے۔ یہ ذرّہ نہ صرف گیس میں سے بلکہ کسی مسلسل ٹھوس شئے مثلاً "الومینیم" یا ابرق کی باریک پرت میں سے بھی گذر سکتا ہے۔ جب اِس رفتار سے متحرک "عہ" ذرات کسی گیس میں سے گذرتے ہیں تو ضرور ہے کہ وہ وقتاً فوقتاً گیس کے نسبتہً سست سالمات سے متصادم ہوتے ہیں۔ اِس تصادم کا ایک نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ گیسی سالمات روانے جا سکتے ہیں۔ جب ایک عہ ذرہ گیسی سالمہ کے جوہر سے ایک برقیہ کو علیحدہ کر دیتا ہے تو گیس روانی جاتی ہے۔

"ہیلیم" (Helium) کے سریع السیر جوہر کی وساطت سے کسی گیس کے روانے جانے کے لیے لازم ہے کہ جوہر کی رفتار ایک معین آخری قیمت سے زیادہ ہو۔ اگر رفتار، اس قیمت سے کم ہو تو تصادم سے روانات

حاصل نہیں ہوتے۔ بنا بریں ہم دیکھتے ہیں کہ کسی شئے کی، خواہ وہ ٹھوس، مائع یا گیس ہو، ایک معین موٹائی میں سے گذرنے کے بعد، ع ذرات کی رفتار دوسرے سالمات سے ٹکرانے کی وجہ سے کم ہو جاتی ہے اور اس لیے وہ گیسوں میں روانیت پیدا کرنے کی طاقت کھو دیتے ہیں۔ ع ذرہ کی ابتدائی رفتار جتنی زیادہ ہوتی ہے، اتنا ہی زیادہ وہ روانیت پیدا کرنے کی طاقت کھوئے بغیر کسی چیز کی موٹائی میں سے گزرتا ہے۔

سی۔ ٹی۔ آر۔ ولسن کے طریقۂ روانیت کے ذریعہ ع ذرہ کے طے کیے ہوئے راستہ کی رویت ہو سکتی ہے۔ اگر آبی بخار سے سیر شدہ ہوا میں یکایک خفیف سا پھیلاؤ واقع ہوتا ہے تو وہ ٹھنڈی ہو جاتی ہے اور جب اس میں گرد کے ذرات موجود ہوتے ہیں تو فاضل آبی بخار کہر کی شکل میں یا پانی کے ننھے ننھے قطرے بن کر گرد کے مرکزوں پر مسطوح ہوتی ہے۔ اگر ہوا گرد سے آزاد ہو تو وہ ایک عرصہ تک آبی بخار سے پُرسیر ہو کر رہ جاتی ہے۔ یہ دریافت ہوا ہے کہ گرد کے ذرات کی طرح خاص حالات میں گیسی روانات بھی بخار کی بستگی کے لیے مرکزوں کا کام دیتے ہیں۔ پس اگر سرد اور پُرسیر ہوا میں ایک ع ذرہ اپنی تیز رفتار سے متحرک ہوتا ہے تو جس راستہ سے وہ گزرتا ہے اس میں گیسی روانوں کی ایک قطار لگ جاتی ہے۔ اور ان پر آبی بخار بستہ ہوتا ہے جس کی وجہ سے ایک دھندلا سا کہر نما راستہ ظہور پذیر ہوتا ہے جو اس ع ذرہ کے طے کیے ہوئے راستہ کو تعبیر کرتا ہے اور مناسب تنویر سے فوٹوگرافی کے کاغذ پر قلمبند بھی کیا جا سکتا ہے۔ دیکھو (شکل ۶۱)۔ شعاعوں کے گیسوں میں سے گزرنے سے جو مظاہر واقع ہوتے ہیں ان کے مطالعہ کے لیے یہ طریقہ بہت مفید ثابت ہوا ہے۔

جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے، جوہری تکسّر کی ہر ایک صنف سے، جو ع ذرات پیدا ہوتے ہیں وہ سب ایک ہی رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ پس جوہری تکسّر کی ہر ایک صنف کے لیے کسی مادّے کی ایک معین موٹائی ہوتی ہے جس میں سے اس تکسّر کے ع ذرات اپنی روانیت پیدا

کرنے کی طاقت کھوئے بغیر گذر سکتے ہیں ۔ اس سے ہمیں ایک بہت مفید طریقہ

شکل ۱۶۱

ہاتھ آتا ہے جس کے ذریعہ ہم کسی پیچیدہ تابکار تغیر سے پیدا ہونے والے متواتر جوہری
تکسیروں کی تشریح کر سکتے ہیں۔ عام طور پر جو مادّہ عہ ذرّات کی رفتار کو ان کی روانیت پیدا کرنے
کی طاقت سلب ہونے تک گھٹانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے ٥ء٥ م اور طبعی دباؤ
کی، ہوا ہے۔ ہوا کی وہ موٹائی جس میں سے گزرنے کے بعد، عہ ذرات
کی روانی طاقت سلب ہو جاتی ہے، عہ ذرہ کی "سعت" کہلاتی ہے۔
یہ سعت، ریڈیم اور اس کے تحلیلی حاصلوں کی صورت میں، سب سے زیادہ
سُست رَو عہ ذرہ کے لیے تقریباً ٣ سم ہے اور کسی بھی تابکار شے کے
اصلی اخراج کے سب سے زیادہ تیز رَو عہ ذرہ کے لیے ٨ء٦ سم ہے۔ ٨ء١١ سم
تک کی سعت رکھنے والے تھوڑے ذرّات بھی مشاہدہ ہوئے ہیں۔

اس بیان سے واضح ہوگا کہ عہ ذرات معمولی گیسی سالمات ہوتے
ہیں جن میں ان کی نہایت تیز رفتار اور برق کے مثبت بار کے باعث مخصوص
خاصیتیں پیدا ہو جاتی ہیں۔ تزہّر پیدا کرنے اور فوٹوگرافی کی تختی پر

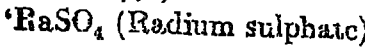
عمل کرنے کی طاقت، جو ع ذرات میں موجود ہوتی ہے، تقریباً اُسی آخری رفتار پر سلب ہو جاتی ہے جس پر کہ روانات پیدا کرنے کی طاقت سلب ہوتی ہے۔

اگرچہ ب اشعاع بھی برقائے ہوئے ذرات کی رو ہے تاہم اس کی ماہیت ع اشعاع سے بالکل جداگانہ ہے۔ یہ منفی برقیوں پر مشتمل ہے جن میں سے ہر ایک کی کمیت "ہائیڈروجن" کے ایک جوہر کی کمیت کا $\frac{1}{1800}$ واں حصہ ہے (صفحہ ۲۵۸)۔ چونکہ ان کی رفتار بہت زیادہ تیز ہے اس لیے ع ذرات کی بہ نسبت ان کی دخولی طاقت بھی بہت زیادہ ہے اور یہ روانیت پیدا کرنے کی طاقت کھوئے بغیر، ہوا اور دیگر اشیاء کی بہت زیادہ موٹائی میں سے گذر سکتے ہیں۔ ع ذرات کی رفتار تقریباً 1.5×10^9 سمر فی ثانیہ ہوتی ہے لیکن ب ذرات اس کی دس گنی سے زیادہ تیز رفتار سے حرکت کرتے ہیں اور بعض انتہائی صورتوں میں، ان کی رفتار، روشنی کی رفتار یعنی 3×10^{10} سمر فی ثانیہ کے بالکل قریب پہنچ جاتی ہے۔ چنانچہ سب سے زیادہ تیز رو ب شعاعوں کے لیے، رفتار کی قیمت $0.98 \times 3 \times 10^{10}$ سمر فی ثانیہ مشخص ہو چکی ہے۔

ب شعاعیں، ع شعاعوں کی طرح تابکار استحالوں میں ہمیشہ نہیں پیدا ہوتی ہیں۔ مثلاً "ریڈیم" اور اس کے تخستری حاصلوں کے ۹ متواتر استحالوں میں، جو فی الحال معلوم ہوئے ہیں، صرف ۵ میں ب شعاعیں خارج ہوتی ہیں۔ ع شعاعوں سے علیحدہ کر کے ب شعاعوں کے اثر کا مطالعہ اس طرح کیا جا سکتا ہے کہ انہیں کسی چیز کی ایسی موٹائی میں سے گذارا جائے جو ع ذرات کی عاملیت سلب کرنے کے لیے کافی ہوتی ہے لیکن ب ذرات کی عاملیت پر چنداں زیادہ اثر نہیں ڈال سکتی۔ کسی معین تابکار استحالہ سے حاصل شدہ ب ذرات سب کے سب یکساں رفتار کے ساتھ حرکت نہیں کرتے۔ لیکن بعض استحالوں میں وہ تقریباً مساوی رفتار کے ہمجنس گروہوں میں پیدا ہوتے ہیں۔

"ج" اشعاع میں طاقتِ دخول بہت ہی بڑھی ہوئی ہے۔ اور ان سے بھی

تیز "فوٹوگرافی کی تختی پر عمل" اور گیسوں میں روانیت "مظہر ہوتی ہے۔ لیکن غالب قیاس یہ ہے کہ یہ مظاہر جو شعاعوں کے اولی اثرات نہیں ہیں بلکہ بہ شعاعوں کی وجہ سے وقوع میں آتے ہیں جو جو شعاعوں کے معمولی سالمات سے ٹکرانے سے پیدا ہوتے ہیں۔ اِس اشعاع کی ماہیت وہی ہے جو لاشعاعوں کی ہے۔ اس کے ساتھ کوئی برقی بار نہیں ہوتا ہے نہ یہ کسی ذرات کی رَو پر مشتمل ہے۔ بلکہ یہ اثیر میں ایک بہت ہی صغیر طول موج کی موجی حرکت ہے۔ تابکار استحالوں میں جب کبھی بہ شعاعیں مشاہدہ ہوتی ہیں ان کے ساتھ بہ شعاعیں ضرور موجود ہوتی ہیں۔ جن سے ان کو ان کی اعلیٰ تر دخولی طاقت کے ذریعہ سے علیحدہ کر سکتے ہیں۔ جیسے کی ایک سمر موٹی چادر جالہ عہ اور بہ شعاعوں کو روک دیتی ہے لیکن جہ ذرات کو نہیں روک سکتی۔

تابکار استحالہ کی مثال کے طور پر ہم عنصر ریڈیم (Radium) کے متواتر تکسر سے پیدا شدہ حاصلوں پہ غور کرتے ہیں۔ "ریڈیم" قلوی مٹیوں کی دھاتوں کے گروہ کا ایک عنصر ہے۔ بلحاظ اپنے عام کیمیائی خواص کے "ریڈیم" کے مرکبات "بیریم" (Barium) کے متناظر مرکبات سے بہت مشابہ ہیں۔ مثلاً "ریڈیم سلفیٹ" (Radium sulphate) $RaSO_4$ "بیریم سلفیٹ" (Barium sulphate) کی طرح پانی میں حل ناپذیر ہے۔ اور "ریڈیم" کا "کلورائیڈ" اور "برومائیڈ" "بیریم" کے "کلورائیڈ" اور "برومائیڈ" کی طرح حل پذیر ہیں اور قلمانے سے خالص بنائے جا سکتے ہیں۔ ریڈیم اور بیریم کے ان مرکبات کی قلمیں ہم شکل ہیں اور وہ مل کر قلمائے جا سکتے ہیں۔ دھاتی "ریڈیم" سے پانی کے ساتھ پانی کی تحلیل کرتا ہے جس سے "ہائیڈروجن" خارج ہوتی اور "ریڈیم ہائیڈرآکسائیڈ" (Radium hydroxide) $Ra(OH)_2$ بنتا ہے۔ ریڈیم کے مرکبات کا طیف اِسی صنف کا ہے جیسے کہ "قلوی مٹیوں" کی دوسری دھاتوں کے طیوف ہیں۔ نہ تو "بیریم" میں اور نہ اس گروہ کی کسی اور دھات میں تابکاری پائی گئی ہے، اس گروہ کے عناصر میں صرف "ریڈیم" ہی قابلِ تخمین درجہ تک تابکار ثابت ہوا ہے۔ جب "ریڈیم" کا کوئی نمک کسی

خلیٰ فضا میں رکھا جاتا ہے تو "ہیلیم" کے علاوہ اس میں سے ایک اور گیس کی قلیل مقدار بھی پیدا ہوتی ہے جو مرکب "ریڈیم" کی بہ نسبت، جس سے کہ وہ حاصل ہوتی ہے، بہت زیادہ تابکار ہوتی ہے۔ یہ گیس ریڈیم کا مستخرج (Radium emanation) کہلاتی ہے۔ اس کی شرحِ نفوذ کے متعلق تجربے کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس گیس کا سالمی وزن بڑا ہے اور اگر اس کی تپش، مایع ہوا یا کسی اور ذریعہ سے، کافی پست کی جائے تو یہ نہ صرف متکثف ہوکر مایع بن جاتی ہے بلکہ منجمد ہوکر ٹھوس بھی بن جاتی ہے۔ بلحاظ اپنے کیمیائی خواص کے "ریڈیم کا مستخرج" بالکل غیر عامل ہے اور غیر عامل گیسوں مثلاً "ہیلیم" اور "آرگن" کے گروہ میں شامل ہے۔ اس کا جوہری وزن، اس کی کثافت کے ذریعہ سے ۲۲۲ تخمین کیا گیا ہے، اور مبنیز عناصر کی فہرست میں اس کو ریڈان (Radon) نام دے کر ایک جداگانہ جگہ دی گئی ہے۔ اگرچہ "ریڈان" کیمیائی نقطۂ نگاہ سے غیر عامل ہے لیکن یہ اس معنی میں بہت زیادہ عامل ہے کہ یہ ایک قلیل وقت میں "ہیلیم" اور ایک دوسرے عنصر "ریڈیم ا" (Radium A) میں، جس کی ماہیت اس سے بالکل مختلف ہے، تحلیل ہوجاتا ہے۔

"ریڈیم ا" معمولی تپش پر مثل ان تمام عنصروں کے جو "ریڈیم" کے تکسّر میں اس کے بعد حاصل ہوتے ہیں، ایک ٹھوس شے ہے اور سلسلہ کے متعاقب فرد "ریڈیم ب" (Radium B) میں، اخراجِ ہیلیم کے ساتھ، بہت جلد بدل جاتا ہے۔ "ریڈیم ب" سے "ریڈیم ج" (Radium C) کا جب استحالہ ہوتا ہے تو ع ذرات پیدا نہیں ہوتے ہیں صرف ب اور ج شعاعیں خارج ہوتی ہیں۔ "ریڈیم ج" کی عمر بہت کم ہے اور وہ ب شعاعوں کے اخراج کے ساتھ "ریڈیم ج" (Radium C) میں متبدل ہوجاتا ہے جو نہایت شدت کے ساتھ، فی الفور "ہیلیم" اور ریڈیم د (Radium D) میں متکسّر ہوتا ہے، جو ع ذرات اس حالت میں پیدا ہوتے ہیں ان کی رفتار، اس وقت تک تخمین شدہ رفتاروں میں سب سے زیادہ ہے۔ "ریڈیم د" سے "ریڈیم ہ" (Radium E) کا استحالہ سست ہے اور اس میں ع ذرات پیدا نہیں ہوتے۔

اِس کے بعد "ریڈیم ھ" کا "ریڈیم و" (Radium F) میں اس کے مشابہ لیکن زیادہ سُرعت کے ساتھ استحالہ عمل میں آتا ہے۔ "ریڈیم و" تابکار عنصر "پولونیم" (Polonium) کا بالکل مثیل ہے جو تابکاری کی تحقیقات کے ابتدائی دور میں اُسی کچدھات یعنی پچ بلینڈ (Pitchblende) میں منکشف ہوا جس میں ریڈیم دریافت ہوا۔ عنصر ریڈیم و یا "پولونیم" (polonium) "ریڈیم" سے حاصل شدہ تابکار عناصر کے سلسلہ کا آخری فرد ہے۔ یہ اخراجِ "ہیلیم" کے ساتھ ایک معمولی قائم یعنی غیر عامل عنصر سیسے میں مستحل ہو جاتا ہے۔ اس لحاظ سے سیسا ریڈیم سے نکلے ہوئے غیر قائم عناصر کی انتہائی قائم شکل ہے۔

تکسّر کے اس اصل یا صدر سلسلہ کے علاوہ ایک چھوٹی سی شاخ "ریڈیم ج" پر شروع ہوتی ہے۔ "ریڈیم ج" کا اکثر حصہ جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا ہے، بہ شعاع کے اخراج کے ساتھ "ریڈیم ج" میں مستحل ہوتا ہے۔ لیکن ایک قلیل حصہ آزادانہ طور پر اُسی وقت میں عہ شعاعی تکسّر کے ساتھ "ریڈیم ج۲" (Radium C_2) میں متبدّل ہو جاتا ہے، یہ ریڈیم ج۲ بہ شعاعی استحالہ کے ساتھ ایک غیر عامل عنصر پیدا کرتا ہے جو سوائے عاملیت کے باقی تمام خواص میں "ریڈیم د" کے مشابہ ہے۔

تابکار استحالوں کی شرح ایک سالمی تعاملوں کے ضابطہ کے ٹھیک تابع ہے (صفحہ ۱۱۲) اس کی توقع بھی ہونی چاہیے کیونکہ یہ استحالہ تابکار عناصر کے انفرادی جواہر کا ہوتا ہے اور دوسرے جواہر کے وجود سے غیر متاثر، ہوتا ہے۔ ہر ایک جوہر دیگر تمام جواہر سے آزادانہ طور پر، مستحل ہوتا ہے، اس لیے تعامل یک سالمی ہوتا لازم ہے۔ تابکار استحالہ کی رفتار ظاہر کرنے کے لیے، عام رواج یہ ہے کہ رفتاری مستقل کے بجائے نصف قیمت کی مدت یا وقتِ دوران معلوم کرایا جاتا ہے۔ یہ وہ مدت ہے جو استحالہ کو ایک منزل سے دوسری منزل تک نصف راستہ طے کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے، بیان کیا جاتا ہے۔ ان دونوں مقادیر کے درمیان رشتہ، یک سالمی مساوات (صفحہ ۱۱۲)

$$\frac{۱}{۱-لا} = ومرو$$

$$\text{یعنی} \quad لوک \frac{۱}{۱-لا} = ۰٫۴۳۴\ مرو$$

سے بآسانی معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اگر ا = ۱ ہو تو جب زیر بحث شے وقت و = و۵٫۰ پر نصف متحلل ہو جاتی ہے، تو ا۔لا = ۰٫۵ اور مساواتِ ذیل کی صورت اختیار کرتی ہے:

لوک ۲ = ۰٫۴۳۴۳ د م

یعنی م = ۰٫۶۹ / د

بن جاتی ہے جہاں د = و۵٫۰ متکسر شے کا "دور" ہے۔ تابکار عنصر کی "اوسط زندگی" ۱/م = ۱٫۴۴ د ہے۔

ریڈیم اور اس سے حاصل شدہ تابکار عناصر کے اصلی یا صدر سلسلہ کے اوقاتِ دوران یا مدتیں ہر منزل پر خارج ہونے والے اشعاع مع سعت ع ذرات کرۂ ہوائی کے دباؤ اور ۱۵° مئی تپش کے تحت درجِ ذیل ہیں:—

نام عنصر		جوہری وزن	دور	دقیقے	پیدا شدہ اشعاع	ع ذرات کی سعت
ریڈیم	(Radium)	۲۲۶	۱۸۰۰ برس	= ۹٫۴ × ۱۰^۸	ع	۳٫۳ سم
ریڈان	(Radon)	۲۲۲	۳٫۸۲ دن	= ۵٫۵ × ۱۰^۳	ع	۴٫۲ "
ریڈیم ا	(Radium A)	۲۱۸	۳٫۱ دقیقے	= ۳٫۱ × ۱۰	ع	۴٫۸ "
ریڈیم ب	(Radium B)	۲۱۴	۲۷ دقیقے	= ۲٫۷ × ۱۰	ب، ج	—
ریڈیم ج	(Radium C)	۲۱۴	۲۰ دقیقے	= ۲٫۰ × ۱۰	ب، ج	—
ریڈیم جَ	(Radium C')	۲۱۴	تقریباً ۱۰^-۶ ثانیہ	= ۱۰^-۸ ca	ع	۷٫۰ "
ریڈیم د	(Radium D)	۲۱۰	۱۶ برس	= ۸٫۴ × ۱۰^۶	سست ب	—
ریڈیم ہ	(Radium E)	۲۱۰	۵ دن	= ۷ × ۱۰^۳	ب، ج	—
ریڈیم و (پولونیم)	(Radium F) (Polonium)	۲۱۰	۱۳۹ دن	= ۱٫۹ × ۱۰^۵	ع	۳٫۸ "
سیسا	(Lead)	۲۰۶	∞	= ∞	—	—

"ریڈان" کا دور ۵٫۵ × ۱۰^۳ دقیقے ہے۔ اس لیے اس کے استحالہ کا

رفتاری مستقل $م = \frac{0.69}{10^3 \times 5.55} = 1.25 \times 10^{-4}$ ہے یعنی ریڈان کی ایک معین مقدار کی یہ کسر، ایک دقیقہ میں منتقل ہوگی بشرطیکہ اصلی مقدار مستقل فرض کی جائے۔ پس اگر ہم ریڈیم کے استحالہ کے کسی درمیانی حاصل مثلاً "ریڈان" پر غور کریں تو ہم دیکھتے ہیں کہ اِدھر یہ ہر وقت ریڈیم کے تکسّر سے پیدا ہوتی ہے اور اُدھر خود اپنے تکسّر سے "ہیلیم" اور "ریڈیم ا" میں متبدل ہوکر غائب ہوتی جاتی ہے۔ اول اول ریڈان کی مقدار میں اضافہ ہوتا جائیگا۔ لیکن تھوڑے عرصہ کے بعد اس کی مقدار اتنی بڑھ جائیگی کہ ایک معین وقفہ میں یہ جس قدر "ریڈیم" سے پیدا ہوگی اسی قدر "ریڈیم ا" میں منتقل ہوگی۔ اس موقع پر، جہاں تک "ریڈان" کے "ریڈیم" سے پیدا ہونے اور "ریڈیم ا" میں منکسّر ہونے کا تعلق ہے، تابکار تعادل کی صورت پیدا ہوجائیگی۔

اسی طرح، ایک معین وقفہ کے بعد "ریڈیم ا" کا تابکار تعادل، ایک طرف "ریڈان" کے ساتھ اور دوسری طرف "ریڈیم ب" کے ساتھ صورت پذیر ہوگا اور علیٰ ہذا القیاس یہی حالت "ریڈیم" کے بقیہ تکسّری حاصلوں پر وارد ہوگی۔ اب اگر ہم یہ فرض کریں کہ "ریڈیم" اور اس کے جملہ تکسّری حاصلوں کے درمیان کامل تابکار تعادل پیدا ہوگیا ہے تو ہمیں ایک سالمی مساوات سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ان اشیاء کے درمیان معین تناسب موجود ہونے لازم ہیں۔ یہ تناسب بسہولت تخمین کیے جاسکتے ہیں۔ مثلاً اگر تعادل کی حالت میں، "ریڈیم" کی جوہری مقدار ر اور ریڈان کی جوہری مقدار خ ہو تو "ریڈان" کی پیدائش کے لیے

$$\frac{فر\, لا}{فر\, و} = م_۱\, ر$$

اور اس کے تکسّر کے لیے

$$-\frac{فر\, لا}{فر\, و} = -م_۲\, خ$$

بحالتِ تعادل، یہ شرحیں مساوی ہوتی ہیں، یعنی

$$\text{م}_{1}\,\text{ر} = \text{م}_{2}\,\text{خ}$$

اور

$$\frac{\text{ر}}{\text{خ}} = \frac{\text{م}_{2}}{\text{م}_{1}} = \frac{\text{د}_{1}}{\text{د}_{2}}$$

جس کے معنی یہ ہوئے کہ ریڈیم اور اس کے آخری غیر عامل حاصل کے درمیان، مختلف مروری حاصلوں کی تعادلی مقداروں کی نسبتیں، ان کے تکسّری مستقلوں کے بالعکس متناسب یا ان کے دَوروں کے راست تناسب ہیں۔ بناء بریں ادوار، مندرجۂ بالا فہرست صفحہ (۲۹۸) جو وقیقوں میں ظاہر کیے گئے ہیں، "ریڈیم" اور اس کے "حاصلوں" کی اضافی مقادیر کو ظاہر کرتے ہیں۔ جبکہ پورا نظام تابکار تعادل کی حالت میں ہوتا ہے۔ معمولی عناصر لا نہایت طویل دَور کے تابکار عناصر تصور کیے جا سکتے ہیں، اس لیے بمقابلہ "ریڈیم" یا "پوتونیم" زمین میں ان کی مقدار لازماً بہت زیادہ ہے۔

"ریڈیم" خود "یورینیم" کے سُست تکسّر کا ایک حاصل ہے اور ان دونوں ممتاز عناصر کے درمیان متعدد درمیانی تابکار عناصر پائے جاتے ہیں۔ مکمل سلسلہ حسبِ ذیل ہے:

Uranium I — یورینیم ۱

↓

Uranium X_1 — یورینیم لا ۱

↓

Uranium X_2 — یورینیم لا ۲

↓

Uranium II — یورینیم ۲

↓

Ionium ایئونیم

↓

Radium ریڈیم

عام "یورینیم" "یورینیم$_۱$" اور "یورینیم$_۲$" کا جو بہت کمزور تابکار اشیاء ہیں ناقابلِ انفراق آمیزہ ہے، ان میں سے اول الذکر کا دور ۵×۱۰^{۹} سال ہے اور ثانی الذکر کا ۲×۱۰^{۶} سال ہے۔

تابکار عناصر کا "ایکٹینیم" (Actinium) والا سلسلہ "یورینیم" والے سلسلہ کی ایک شاخ ہے۔ اوپر بیان ہو چکا ہے کہ "ریڈیم ج" (Radium C) دو سمتوں میں منکسر ہوتا ہے۔ اس کا تقریباً ۰٫۳ فیصد حصہ عہ شعاعی تغیر اور بقیہ حصہ بہ شعاعی تغیر اختیار کرتا ہے جس سے علی الترتیب "ریڈیم ج$_۲$" اور "ریڈیم ج" حاصل ہوتے ہیں۔ اسی طرح خیال کیا جاتا ہے کہ "یورینیم$_۲$" دو سمتوں میں منکسر ہوتا ہے اگرچہ یہاں دونوں تغیرات عہ شعاعی صنف کے ہوتے ہیں۔ ۹۲ فیصد مقدار "ائیونیم" بن جاتی ہے جس سے براہِ راست "ریڈیم" حاصل ہوتا ہے اور ۸ فی صدی مقدار "یورینیم ما" (Uranium Y) بن جاتی ہے جس سے پہلے "ایکاٹنٹلم" (Ekatantalum) اور پھر "ایکٹینیم" حاصل ہوتے ہیں بعد ازاں "ایکٹینیم" کا تکسر کم و بیش "ریڈیم" کے تکسر کے مشابہ ہوتا ہے۔ اس سلسلہ کا بھی آخری قائم حاصل سیسا ہے۔ ایکٹینیم کے متعلق ایک دوسرا مفروضہ یہ ہے کہ وہ یورینیم کے ایک ہمجا (Isotope) (دیکھو صفحہ ۳۰۴) کے سلسلۂ تکسر کے ذریعہ پیدا ہوتا ہے، جو یورینیم میں بقدر ۵ فی صد موجود ہے۔

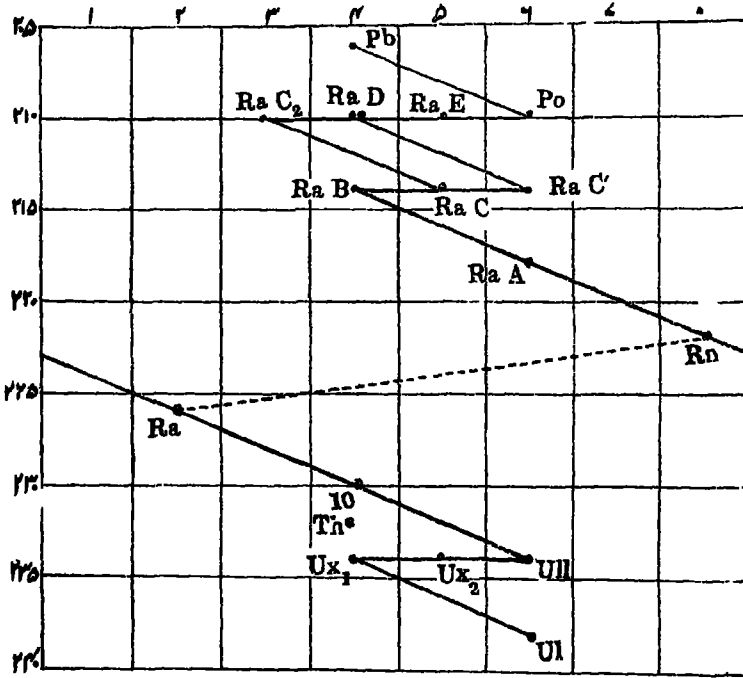
بظاہر تھوریم (Thorium) اور "یورینیم" کے سلسلوں میں کوئی رشتہ نظر نہیں آتا۔ خود "تھوریم" کا دور تقریباً $۱٫۳۸ \times ۱۰^{۱۰}$ سال ہے۔ یہاں بھی دوسرے سلسلوں کے ساتھ ایک نمایاں مشابہت پائی جاتی ہے،

اور یہاں بھی ایسا معلوم ہوتا ہے کہ تنکسّر کا آخری حاصل سیسا ہی ہے۔

منجملہ عام عناصر کے "پوٹاشیم" (Potassium) اور روبیڈیم (Rubidium) میں بہت ہی خفیف بہ تابکاری پائی گئی ہے۔

واضح ہے کہ کسی جوہر کی گرفت اور اس کے برقی باروں کے درمیان ایک بیّن رشتہ ہے، بنابریں ہم توقع کر سکتے ہیں کہ جب کسی جوہر میں مثبت یا منفی بار کا نقصان ہوتا ہے تو اس کی گرفت بدل جائیگی۔ کسی تابکار سلسلہ میں گرفت کے تغیر کے متعلق، ذیل کا عام کلیہ ساڈی (Soddy) اور فایان (Fajans) نے آزادانہ طور پر دریافت کیا۔ جب کوئی جوہر ایک عہ ذرہ کھوتا ہے تو اس کے ساتھ ہی اس میں دو مثبت اکائی برقی بار کا نقصان واقع ہوتا ہے، اس لیے اس کی مثبت گرفت میں ۲ کی کمی ہوتی ہے۔ چنانچہ دو گرفتا ریڈیم، ایک عہ ذرہ کے نقصان سے، نگرفتا "ریڈان" بن جاتا ہے۔ برعکس اس کے، بہ شعاعی تغیر میں جوہر میں ایک برقیہ یعنی منفی برق کے اکائی بار کا نقصان واقع ہوتا ہے، اس لیے اس کی مثبت گرفت میں ایک کا اضافہ ہوجاتا ہے۔ بنابریں دو متواتر بہ شعاعی تغیرات سے چہار گرفتا U لا پنج گرفتا U لا اور شش گرفتا U، بن جاتا ہے۔ U لا بلا شک و شبہہ چہار گرفتا ہے کیونکہ اس میں اور چہار گرفتے "تھوریم" میں کوئی کیمیائی امتیاز نہیں کیا جا سکتا اور U ا شش گرفتے U ا سے کیمیائی ناقابلِ شناخت ہے۔

شکل ۶۲ صدر سلسلہ "یورینیم" کے تنکسّر کی ترسیمی تعبیر ہے۔ جوہری اوزان کی ایک انتصابی پیمانہ پر اور مثبت گرفت کی ایک افقی پیمانہ پر تعبیر کی گئی ہے۔ اس طور پر ہر ایک انتصابی استوانہ میں جملہ عناصر کی گرفت یکساں ہے۔ ہر ایک عہ شعاعی تغیر سے جوہری وزن بقدر ۴ گھٹ جاتا ہے اور گرفت بقدر ۲ کم ہوجاتی ہے۔ ہر ایک بہ شعاعی تغیر سے گرفت بقدر ۱ بڑھ جاتی ہے لیکن جوہری وزن غیر متغیر رہتا ہے۔ بنابریں عہ شعاعی تغیرات بائیں جانب اوپر وار مائل وتری خطوط سے ظاہر کیے گئے ہیں اور بہ شعاعی تغیرات داہنے جانب کھینچے ہوئے افقی خطوط سے۔ صحیح طریقہ یہ ہے کہ نقشہ کو موڑ کر

اسطوانہ کی شکل بنائی جائے تاکہ سیدھے اور بائیں جانب کے انتصابی محور منطبق ہوں۔

شکل ۶۲

چونکہ ہر ایک جوہر کا وزن مرکزہ میں مرتکز ہے (صفحہ ۲۵۹) اس لیے ہر ایک ع شعاعی تغیر لازماً مرکزہ میں وقوع پذیر ہونا چاہیے۔ اور گرفت کا تغیر اس کے ساتھ ہی برقیوں کے بیرونی حلقہ کی ترتیب کا تغیر ہوگا۔ اسی طرح ہر ایک ب شعاعی تغیر کا مبداء جوہر کے بیرونی حصہ میں نہیں بلکہ اس کے اندرونی حصہ میں ہوتا ہوگا کیونکہ بیرونی حالات کے تغیر سے طریقۂ تکسّر یا اس کی شرح پر مطلقاً کوئی اثر نہیں پڑتا ہے۔

جہاں تک معلوم ہو سکا ہے، جدول کے کسی انتصابی کالم کے جملہ عناصر نہ صرف یکساں گرفت رکھتے ہیں بلکہ کسی بھی کیمیائی ذریعہ سے ایک دوسرے سے شناخت نہیں ہو سکتے ہیں، اس لیے وہ کیمیائی طور پر ایک دوسرے سے علیحدہ نہیں کیے جا سکتے۔ ایسے عناصر ہمجا کہلاتے ہیں۔ اِن عناصر کا یہ نام اس لیے رکھا گیا ہے کہ جوہری وزن کے اختلاف کے باوجود، ان کو دوری جدول میں اکٹھے ایک ہی مقام پر جگہ دی جاتی ہے۔ مذکورۂ بالا کلمات صرف اُن عناصر پر عائد ہو سکتے ہیں جو شکل (ع ۶۲) کے نقطہ دار خط کے ایک جانب انتصاباً واقع ہیں۔ جب "ریڈیم" سے "ریڈان" حاصل ہوتا ہے تو یہ عہ شعاعی تغیر، دیگر عہ شعاعی تغیرات سے جو کہ شکل مذکور میں ظاہر کیے گئے ہیں، مختلف نتائج پیدا کرتا ہے۔ مثلاً یورینیم لا اور ایونیم ایک دوسرے کے ساتھ ہمجا ہیں لیکن ریڈیم ب، ریڈیم د اور سیسے کے ساتھ نہیں جو باہمدگر ہمجا ہیں اور اُسی قدرتی خاندان سے متعلق ہیں جس سے کہ اول الذکر ہمجائی گروہ متعلق ہے۔ یہاں یہ بتا دیا جا سکتا ہے کہ اکٹینیم اور تھوریم سلسلہ کے عناصر یورینیم کے صدر سلسلہ کے عناصر کے ساتھ ہمجا ہیں۔ زیر بحث نظریہ کے لحاظ سے اکٹینیم کے سلسلہ کے عناصر لازماً وہی جوہری اوزان رکھتے ہیں جو یورینیم کے صدر سلسلہ کے عناصر کے ہیں (دیکھو جدول مندرجہ صفحہ ۲۷۳ تا ۲۷۸)۔ اس کے برعکس تھوریم سلسلہ کے عناصر کے جوہری اوزان تمام کے تمام دوسرے سلسلہ کے عناصر کے اوزان سے مختلف ہیں۔ کیونکہ ان کا سلسلہ تھوریم سے شروع ہوتا ہے جس کا وزنِ جوہر ۲۳۲ ہے۔ شکل (ع ۶۲) میں اس کا مقام بتایا گیا ہے جس سے ظاہر ہے کہ وہ یورینیم لا اور ایونیم کے ساتھ ہمجا ہے۔

نظریۂ تکسّر کا اطلاق جب سیسے کے جوہری وزن پر کیا جاتا ہے تو نظریۂ مذکور کی تصدیق کی ایک نمایاں مثال ہاتھ آتی ہے۔ سیسا ۸ عہ شعاعی تغیرات کے بعد یورینیم کے تکسّر کا آخری حاصل ہے۔ یورینیم کا وزنِ جوہر ۲۳۸ ہے۔ اگر کسری اعداد کو نظر انداز کیا جائے تو اس حساب سے سیسے کا جوہری وزن

۲۳۸- (۸×۴) = ۲۰۶ ہونا چاہیے۔ لیکن سیسا ۶ ء شعاعی تغیرات کے بعد "تھوریم" کے تکسّر کا بھی انتہائی حاصل ہے، اس لیے اس طور پر اس کا جوہری وزن ۲۳۲- (۶×۴) = ۲۰۸ ہونا چاہیے۔ معمولی سیسے کا وزن جوہر ۲ء ۲۰۷ ہے پس نظری لحاظ سے یورینیم سے حاصل شدہ سیسے کا جوہری وزن، عام سیسے کے جوہری وزن سے کم ہونا چاہیے اور "تھوریم" سے حاصل شدہ سیسے کا جوہری وزن، عام سیسے کے جوہری وزن سے زیادہ ہونا چاہیے۔ امر واقعہ یہ ہے کہ "یورینیم" کے معدنیات میں جو سیسا "یورینیم" کی شرکت میں پایا جاتا ہے اور جو غالباً "یورینیم" ہی کے تکسّر سے حاصل ہوا ہے اس کا جوہری وزن ۱ء ۲۰۶ اور ۰ء ۲۰۶ ہوتا ہے[1] اور برعکس اس کے "تھوریم" کے معدنیات سے جو سیسا حاصل ہوتا ہے اس کے جوہری وزن کی قیمت ۷۷ء ۲۰۷ تک دریافت ہوئی ہے۔ یہ کیمیاءً مشابہ اور ناقابلِ انفراق، غیر تابکار ہمجا عناصر کی ایک مثال ہے۔ اس ضمن میں یہ بات یاد رکھنا دلچسپی سے خالی نہیں ہے کہ سیسے کے مختلف اصناف کی کثافت، ان کے جوہری اوزان کی مناسبت سے بدلتی ہے، اس لیے ان کے جوہری حجم مماثل ہوتے ہیں (حصہ اول صفحہ ۵۳)۔

[1] ای۔ روتھرفرڈ "تابکار اشیاء اور ان کے اشعاع" ۱۹۱۳ء۔

[2] الیف۔ساڈی "تابکار عناصر کی کیمیا" (لندن ۱۹۱۷ء)۔ "ریڈیم کی ترجمانی" —(The Interpretation of Radium)

[3] اے ایس۔ رسّل "تابکار اشیاء کی کیمیا کا انٹروڈکشن" ۱۹۲۲ء۔

[4] جی ہوسیّ اور الیف۔ پانیت "تابکاری کا مینوئل" (Manual) ۱۹۲۶ء

[1] E.RUTHERFORD, Radio-active Substances. &their Radiation.

[2] F.SODDY, The chemistry of the Radio-Elements.

[3] A.S.RUSSELL, Introduction to the Chmistry of Radio active Substances.

[4] G.HEVESY &F.PANETH. A manual of Radioactivity.

باب سی و پنجم

جواہر کی ساخت

اس سے پہلے کے بابوں میں ہم نے عناصر اور اُن کے مرکبات کے خواص پر بحث کی تھی جن کے لحاظ سے ہم جواہر کی ماہیت اور ان کی ساخت کے متعلق معین مفروضے قائم کر سکے۔ ہم نے دیکھا کہ طبیعیات کی موجودہ حالت میں جواہر کو مثبت اور منفی باروں کا ساختہ تصور کرنا چاہیے۔ منفی برق ناقابل لحاظ کمیت کے برقیوں کی شکل اختیار کرتی ہے اور مثبت برق جوہر کے بھاری حصّہ کے ساتھ وابستہ ہوتی ہے۔ جوہر کے اس وزنی حصّہ کو عام طور پر جوہر کا مرکزہ تصور کرتے ہیں۔ اس میں ہمیشہ مثبت بار فاضل رہتا ہے اگرچہ ہائیڈروجن کے سوائے باقی تمام جواہر کے مرکزوں میں منفی برقیئے بھی ضرور ہوتے ہیں۔ مرکزے کے گرد اور اس سے باہر بہت دور پر برقیئے ہوتے ہیں۔ جن کے منفی باروں کا حاصل جمع مرکزے کے فاضل مثبت بار کے عین مساوی ہوتا ہے۔

پہلے سمجھا گیا تھا کہ جوہر میں ان بیرونی برقیوں کی تعداد نسبتہً بڑی تھی لیکن چونتیسویں باب میں ہم نے دیکھا کہ یہ خیال غلط نکلا۔ چنانچہ موسیلے کا مفروضہ کہ جوہری عدد مرکزے کے باہر کے برقیوں یا مرکزے کے مثبت برقی باروں کی تعداد بتاتا ہے تجربوں کے جملہ نتائج سے بخوبی منطبق ہوتا ہے۔ پس اس کلی بنیاد پر جوہر کی ساخت کا ایک نمونہ تیار کرنے کے لیے ہمیں صرف یہی کرنا پڑتا ہے کہ کسی دیے ہوئے جوہر کے لیے معلوم کمیت اور بار کے مرکزے کے

گرد معین تعداد کے برقیوں کی ترتیب اور ان کی حرکت کا طریقہ تجویز کیا جائے۔ نمونہ قابل اطمینان تب ہی ہوگا جبکہ اس سے نہ صرف جواہر کے طبیعی خواص کا حال معلوم ہو مثلاً طیوف کا بلکہ ان کے کیمیائی خواص کا بھی پتہ چل سکے جیسے کہ ان کی گرفت اور مرکبات بنانے کے لیے ان کے اتحاد کا طریقہ۔ ہمیں یہ مان لینا پڑتا ہے کہ تاحال کوئی عام طور پر اطمینان کے قابل کوئی نمونہ ہاتھ نہیں آیا ہے۔ تاہم خاص خاص امور کے متعلق معتدبہ کامیابی حاصل ہوئی ہے۔

اگر ہم کسی نظام کے عناصر کی دَوری خاصیت کا لحاظ کریں تو ہمیں ماننا پڑیگا کہ ایک کے بعد ایک آنے والے عنصر میں برقیوں کی ترتیب میں بھی دَوری تواتر ہے۔ اور ایک ہی خاندان کے عناصر میں ساخت کی مشابہت لازمی ہے۔ اس بات کی تعبیر بہت آسانی سے اِس طرح کی جاسکتی ہے کہ مرکزے کے گرد برقیوں کی ترتیب متواتر حلقوں یا تہوں میں تصور کی جائے۔ صرف سب سے باہر کے حلقہ یا تہ کو دوسرے جوہروں سے متاثر سمجھیں۔ پس کیمیائی خواص کا باعث جوہر کا بیرونی حصہ ٹھہریگا اور ایک ہی طبعی خاندان کے عناصر باہمدیگر مشابہ ہونگے۔ اگر جوہر اپنی اِس بیرونی تہ سے آسانی کے ساتھ برقیے کھودیتا ہے اور اس لیے اس پر مثبت برقی بار نمایاں ہوتا ہے تو وہ جوہر برقی مثبت ہوگا۔ اور اگر وہ دوسرے جوہروں سے آسانی کے ساتھ برقیے لے لیتا ہے تو وہ برقی منفی ہوگا۔ اِس طرح ہم قلوی دھاتوں کی نسبت خیال کرسکتے ہیں کہ اِس کا قائم اندرونی حصّہ مرکزے اور برقیوں کی ایک یا زاید تہوں پر مشتمل ہے اور اس کے بیرونی حصہ میں ایک واحد بیرونی برقیہ ہے جس کو وہ آسانی سے کھو بیٹھتا ہے اور اس طرح اکائی مثبت بار اس پر نمایاں ہوتا ہے۔ اسی طرح قلوی مٹیوں کی دھاتوں کے بیرونی حصہ میں دو آسانی کے ساتھ علیحدہ ہوسکنے والے برقیے ہونگے۔ ان کے برعکس لونجنوں کی بیرونی تہوں کی نسبت خیال کیا جاسکتا ہے کہ وہ بجائے اپنے ایک برقیہ کو کھونے کے ایک زائد برقیہ اخذ کرکے منفی بار حاصل کرلیتے ہیں۔ غیر گرفتے جواہر اعظم قیام پذیر ہیں، ان کے بیرونی حلقے یا تہیں نہ تو برقیے کھوتے ہیں اور نہ لیتے ہیں۔

جی۔ این۔ لیوس (G. N. Lewis) نے ان اصول کے بموجب نظریہ کی بناء ڈالی تھی جس کو ارونگ لانگ موئر (Irving Langmuir) نے آگے چل کر وسعت دی۔ بطور مثال نیون سے لے کر پوٹاسیم تک کے عناصر کے بیرونی حلقہ میں جو برقیے ہیں ان کی تعداد پر غور کیا جاتا ہے۔

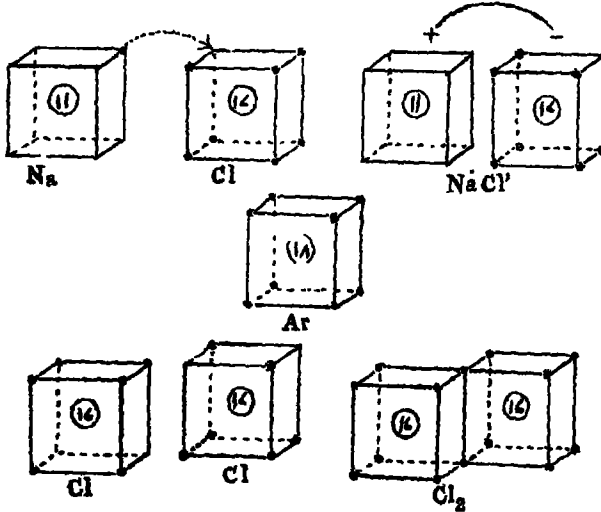
	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	A	K
جوہری عدد	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
بیرونی تہ	۸	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۱
مثبت گرفت	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۰	۱
منفی گرفت	۰	....	....	....	۴	۳	۲	۱	۰	...

جوہری عدد مرکزے کے باہر کے برقیوں کی مجموعی تعداد بتاتا ہے۔

نیون سے سوڈیم کو جاتے ہیں تو ایک نئی بیرونی تہ شروع ہوتی ہے۔ زائد برقیہ آسانی سے نکل جاتا ہے اور ایک یک گرفتا مثبت عنصر رہ جاتا ہے۔ میگنیسیم دو گرفتا اور المنیم سہ گرفتا مثبت عنصر ہے۔ سلیکون کے جوہر کے چار بیرونی برقیے ہوتے ہیں اور وہ آٹھ برقیوں والی قائم ترتیب بھی اختیار کر سکتا ہے جو نیون اور آرگون میں پائی جاتی ہے۔ خواہ بطور ایک چار گرفتے مثبت عنصر کے عمل کر کے اور چار برقیوں کو کھو کر یا بطور ایک چار گرفتے منفی عنصر کے عمل کر کے اور دوسرے جوہروں سے چار برقیوں کو لے کر۔ سلیکون حقیقۃً ان دونوں طریقوں پر عمل کرنے کی قابلیت رکھتا ہے۔ چنانچہ وہ $SiCl_4$ بھی بناتا ہے جس میں وہ برقی مثبت ہے اور SiH_4 بھی جس میں وہ برقی منفی ہے۔ اسی طرح فاسفورس PCl_5 اور نیز PH_3 بناتا ہے اور کلورین Cl_2O_7 اور ClH جن میں مثبت اور منفی گرفتوں کا حاصل جمع جبکہ دونوں پورے طور پر عامل ہوتے ہیں ہمیشہ آٹھ ہوتا ہے۔ آرگون میں جب آٹھ برقیوں کا بنا اور قائم گروہ تیار ہو جاتا ہے تو ایک مزید نیا برقیہ اضافہ کر کے ایک مزید بیرونی تہ کی ابتداء کی جاتی ہے جیسا کہ پوٹاسیم میں موجود ہے۔ اسی طرح سوڈیم والی ترتیب کا از سرِ نو اعادہ ہوتا ہے اور اس لیے اس کے مشابہ خواص بھی ہویدا

ہوتے ہیں۔

لیوس (Lewis) کے جوہری نمونہ کا بنیادی تصور یہ ہے کہ آٹھ برقیوں کا گروہ ایک قائم تشکیل رکھتا ہے۔ اگر جوہر میں پہلے ہی سے برقیوں کا ایک بیرونی "مثمن" ہے تو وہ قائم اور "جامد" ہے اور دوسرے عنصروں کے ساتھ متحد ہونے کے لیے آمادہ نہیں ہے۔ ایسے جوہر نیون اور آرگون میں پائے جاتے ہیں۔ اگر اس کے برخلاف جوہر کے برقیے بیرونی "مثمن" کی شکل میں نہیں ہیں تو وہ دوسرے جوہروں سے متحد ہو کر "مثمن" بنانے کا متقاضی ہوتا ہے۔ اس کے لیے دو ممکن طریقے ہیں۔ ایک طریقہ کی مثال سوڈیم اور کلورین کے جوہروں کا اتحاد ہے جس سے سوڈیم کلورائیڈ کا سالمہ بنتا ہے اور دوسرے طریقہ کی مثال کلورین کے دو جوہروں کا اتحاد ہے جس سے خود کلورین کا سالمہ تیار ہوتا ہے۔ شکل (نمبر ۶۳) میں ترکیب کے یہ دونوں طریقے ترتیبی طور پر دکھائے گئے ہیں۔ سوڈیم کے جوہر میں ایک برقیہ کی ایک بیرونی تہ ہوتی ہے اور کلورین کے جوہر میں سات برقیوں کی بیرونی تہ۔ سوڈیم کا واحد برقیہ جب کلورین میں

شکل نمبر ۶۳

منتقل ہوجاتا ہے تو بیرونی "مثمن" بن جاتے ہیں۔ سوڈیم جوہر کی بیرونی تہ اب نیون کے جوہر کی بیرونی تہ کے متناظر ہے اور کلورین جوہر کی بیرونی تہ آرگون کی بیرونی تہ کے متناظر۔ لیکن یہ بات یاد رکھنی چاہیے کہ مرکزے ان جامد گیسوں (نیون اور آرگون) کے مرکزوں سے مختلف ہیں۔ اس لیے کہ آرگون کے ۱۸ مثبت برقی بار ہیں مگر کلورین کے مکمل "مثمن" تئے صرف ۱۷۔ چونکہ اس ترکیب سے مثبت اور منفی برق میں تعادل حاصل نہیں ہوتا۔ اس لیے مرکب کے سوڈیم جوہر میں ایک مثبت برقی بار ہوتا ہے اور اس کے کلورین جوہر میں ایک منفی برقی بار اور مرکب ان مخالف برقی بار سے برقائے ہوئے جوہروں کی باہمی کشش سے متحد رہتا ہے۔ اس نوع کی ترکیب قطبی کہلاتی ہے اور اس کی بہت نمایاں مثالیں روانیت پذیر مرکبات ہیں۔ اس کے علی الرغم کلورین کے جوہروں کی ترکیب غیر قطبی نوع کی ہے۔ اس میں دو "مثمنوں" کی تکمیل اس طرح ہوتی ہے کہ دو برقیے دونوں مثمنوں میں مشترک ہوجاتے ہیں جیسے کہ نفتھیلین میں دو کاربن جوہر دو حلقوں میں مشترک ہیں (دیکھو شکل ۶۳)۔ ان دونوں میں سے کوئی ایک بھی دوسرے سے زیادہ مثبت یا منفی نہیں ہے۔ اور معمولی مفہوم کے لحاظ سے یہ مرکب غیر روانیت پذیر ہے۔ عناصر کی ترکیب جو مصرحۂ بالا طریقہ پر ظاہر کی گئی ہے اس میں دو مثمنوں کے مشترک برقیوں کا ایک جوڑ ترکیب کے معمولی ترسیمی طریقۂ اظہار کے واحد بند کے متناظر ہے، مشترک برقیوں کے دو جوڑ دوہرے بند کے متناظر ہیں وغیرہ وغیرہ۔

طالب علم کو معلوم ہونا چاہیے کہ شکل (۶۳) میں مکعب کے جو کنارے کھینچے گئے ہیں طبیعی نقطۂ نظر سے وہ کوئی معنی نہیں رکھتے ہیں۔ محض برقیوں کے گروہ بتانے کی خاطر اُن کی تشکیل عمل میں آئی ہے۔ کعبی ترتیب پر بھی زیادہ اصرار نہیں کیا جاسکتا اس لیے کہ کعبی شکل برقائے ہوئے ذرات کے باہمی تجاذب و تدافع سے اِن کی شکل بگڑ سکتی ہے۔ معہذا قطبی اور غیر قطبی مرکبوں میں بھی امتیاز قاطع نہیں ہے۔ مجوزہ سمجھوتے کے بموجب برقیے کا ایک مکعب سے بالکل علٰحدہ ہوکر دوسرے تک چلے جانا ضروری نہیں ہے جس کی وجہ سے

یہ بھی ممکن ہے دو انتہائی صورتیں جو بتائی گئی ہیں اُن کے بین بین صورت ہویدا ہو۔ اغلب قیاس یہ ہے کہ آیوڈین کے سالمہ میں جو کہ عموماً جوہروں کا غیر قطبی مجموعہ متصور ہوتا ہے ایک جوہر دوسرے کے لحاظ سے برقی مثبت ہے یا ہوسکتا ہے اگرچہ عام مفہوم کی رُو سے کوئی ردانیت (ایونائیزیشن) نہیں پائی جاتی ہے۔

عناصر کی گرفت اور ان کے عام کیمیائی خواص کی توجیہ کے لیے ہم نے فرض کیا تھا کہ برقیے ثابت ہیں۔ لیکن جب عناصر کے طیوف کی توجیہ مقصود ہوتی ہے تو ہمیں فرض کرنا پڑتا ہے کہ برقیے متحرک ہیں۔ بور (Bohr) نے جوہر کا جو نمونہ پیش کیا ہے اور جس کی سومرفلڈ (Sommerfeld) نے ترمیم کی ہے اس میں بطور اصول موضوعہ یہ مان لیا گیا ہے کہ برقیے مرکزے کے گرد دائری یا ناقصی مداروں میں گھومتے ہیں۔ یہ نمونہ بسیط تر جوہروں کے طیوف کی توجیہ میں نمایاں طور پر کامیاب ثابت ہوا ہے۔ مثلاً بامر (Balmer) کا امتحانی ضابطہ ہائیڈروجن کے طیف کے خطی سلسلہ کے لیے

$$\frac{1}{\text{ل}} = \text{ر} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\text{ن}^2} \right) \text{ ہے}$$

جس میں لہ خط کا طولِ موج ہے۔ ر ایک مستقل ہے اور ن صحیح اعداد کا سلسلہ ہے جو ۲ سے بڑے ہیں۔ ن کے عوض یکے بعد دیگرے ۳، ۴، ۵ وغیرہ، صحیح اعداد درج کرنے سے طیف کے کسی بھی خط کا طولِ موج انتہائی صحت کے ساتھ محسوب ہوسکتا ہے۔ بور نے اپنے نظریہ سے نہ صرف اس جملہ کی شکل مستنبط کی بلکہ مستقل ر کی قیمت بھی دیگر معلومہ کُلی وہمہ گیر مستقلوں کی رقموں میں دریافت کی۔ یہ نظریہ قدری (Quantum) اصول کے استعمال پر مبنی ہے جس کی رُو سے اشعاعی توانائی اور برقیوں کی حرکت سے وابستہ توانائی کا باہمی تبادل توانائی کے قدریوں (Quanta) کے صحیح عددی ضعفوں میں وقوع پذیر ہوسکتا ہے۔ اشعاعی توانائی کا قدریہ مادے کے

جوہر کی طرح غیر متغیر نہیں ہے بلکہ اشعاع کے تعدّد کے متناسب ہے اور ھ ع
(h ν) کے مساوی ہے جس میں ع تعدّد[1] اور ھ پلانک (Planck)
کا کلّی یا ہمہ گیر مستقل ہے۔ بور کے نظریہ کے بموجب برقیے مرکزے کے گرد
مداروں میں گھومتے ہیں۔ ہر ممکن مدار برقیے کی ایک معین توانائی کی قیمت
کا متناظر ہے جو اس مدار میں گھومتا ہے۔ اگر کوئی برقیہ ایک مدار سے اس سے
کمتر توانائی والے مدار میں اتر آتا ہے تو اس سے جو مجموعی توانائی خارج ہوتی ہے
اشعاع کی توانائی کی شکل اختیار کرتی ہے اور یہ اشعاع ایسے تعدد کا ہونا چاہیے
کہ حاصل ضرب ھ ع برقیہ کے ابتدائی اور آخری مداروں کی توانائیوں کے
تفاوت کے مساوی ہو۔

یہ سادہ اصول نہ صرف مناظری اور لاشعاعی طیوف کے مسائل کی تحقیق میں
سودمند ثابت ہوا بلکہ زیادہ پیچیدہ جواہر کے لیے نمونے تجویز کرنے میں بھی اس سے
بڑی مدد ملی۔ ہر مرکزے کے لیے صرف بعض مدار ممکن ہیں اور ان کو ا۔ قدریہ، ۲۔ قدریہ
اور ن۔ قدریہ گروہوں میں تقسیم کرسکتے ہیں جو سطوح توانائی کے گروہوں کے
متناظر ہیں اور عموماً سلسلہ وار حروف ..... K, L, M کے ذریعہ سے تعبیر کیے جاتے
ہیں۔ اگر کوئی برقیہ K مدار میں اس سے باہر کے مدار سے اتر آتا ہے تو اس کے لا۔ شعاعی
طیف میں ایک خط K ظہور پذیر ہوتا ہے۔ پیچیدہ جوہر کے ایک ایک مدار میں
ایک ایک برقیہ ہوتا ہے اور کیمیائی اور لا۔ شعاعی مقدمات کے لحاظ سے ظناً قرار
دیا جاسکتا ہے کہ کون سے مداروں میں برقیے موجود ہیں اور کون سے مدار
خالی ہیں عام اصول یہ ہے کہ پہلے اندرونی مدار برقیوں سے مامور ہوتے ہیں۔

[1] نوٹ:۔ تعدّد خالص یا اہتزازوں کا تعدد فی ثانیہ طول موج کے ساتھ مساوات
ع = م/ل کے ذریعہ مربوط ہے جس میں م خلاء میں نور کی رفتار ہے۔ بعض اوقات ع کو
بطور طول موج کے متکافی یعنے 1/ل کے استعمال کرتے ہیں لیکن اس کے لیے بہتر نام موجی
عدد ہے اور اس سے مراد موجوں کی تعداد ہے جو اشعاع کی راہ میں فی سنتی میٹر
صورت پذیر ہوتی ہیں۔

مندرجۂ ذیل جدول میں نادر گیسوں کے لیے جو مکمل بیرونی خول رکھتی ہیں مداروں کے ہر گروہ کے برقیوں کی تعداد بتائی گئی ہے:-

گروہ قدری عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶
سطح توانائی	K	L	M	N	O	P
I ہیلیم (جوہری عدد Z = ۲)	۲					
II نیون (〃 Z = ۱۰)	۲	۸				
III آرگون (〃 Z = ۱۸)	۲	۸	۸			
IV کرپٹون (〃 Z = ۳۶)	۲	۸	۱۸	۸		
V زینون (〃 Z = ۵۴)	۲	۸	۱۸	۱۸	۸	
VI ریڈان (〃 Z = ۸۶)	۲	۸	۱۸	۳۲	۱۸	۸

رومن عدد اس دوری گروہ کو ظاہر کرتا ہے جسے متعلقہ نادر گیس اختتام کو پہنچاتی ہے۔ I ، II اور III چھوٹے ادوار ہیں جن میں کسی بھی سطح توانائی کے برقیوں کی اعظم تعداد ۸ ہے۔ بقیہ، لمبے ادوار ہیں جن میں سطح توانائی کے برقیوں کی اعظم تعداد ۱۸ یا ۳۲ ہے۔

چھوٹے دوروں میں قبل اس کے کہ مداروں کا ایک نیا گروہ شروع کیا جائے مداروں کے اندرونی گروہ مکمل طور پر معمور ہو جاتے ہیں۔ لمبے دوروں کی صورت میں ایسا نہیں بھی ہو سکتا ہے۔ اگر ہم ایک انتہائی صورت پر غور کریں یعنے ۵۷ سے ۷۱ جوہری اعداد کے عناصر (نادر مٹیوں کی دھاتوں) پر تو ہم دیکھتے ہیں کہ وہ ایک دوسرے کے ساتھ بہت قریب کی مشابہت رکھتے ہیں۔ مثلاً ان سب کے آکسائیڈ کا ضابطہ M_2O_3 ہے اور اس آکسائیڈ سے محصلہ مرکبات بھی ایک دوسرے کے متناظر ہیں۔ اس مشابہت کی توجیہ کے لیے ہم فرض کرتے ہیں کہ ان سب میں برقیوں کا بیرونی گروہ ایک ہی ہے اور اس میں تین آسانی کے ساتھ علحدہ ہو سکنے والے برقیے ہونے چاہییں تاکہ سہ گرفتاپن اور روانیت پذیری کے ساتھ مطابقت ہو سکے۔ یہ عناصر ایک دوسرے سے بلحاظ ان کے مرکزے کے بار اور مرکزے کے باہر کے برقیوں کی

تعداد کے مختلف ہیں۔ ایک عنصر سے اس کے بعد کے دوسرے کو جانے میں مرکزے کے بار میں اکائی کا اضافہ ہوتا ہے اور ایک مزید بیرونی مرکزی برقیہ بھی بڑھ جاتا ہے۔ لیکن آخرالذکر بیرونی گروہ کے مداروں میں داخل نہیں ہوتا ہے بلکہ اندرونی غیر مکمل گروہوں میں کے ایک گروہ کے مدار میں داخل ہوتا ہے۔ بطور مثال عناصر ۵۷ اور ۷۱ میں حسب ذیل ترتیب ہوسکتی ہے :-

قدری عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶
Z = ۵۷	۲	۸	۱۸	۱۸	۸	۳
Z = ۷۱	۲	۸	۱۸	۳۲	۸	۳

اوران کے درمیانی عناصر کے برقیوں کی تعداد قدری عدد (۴) کے گروہ میں درمیانی ہوگی۔

جب ہم جوہر کے مرکزے کی طرف متوجہ ہوتے ہیں جس میں کمیت جیساکہ اس کا عام مفہوم ہے موجود ہے توہم دیکھتے ہیں کہ اول تو مرکزہ بیرونی مداخلت سے مصئون ہے کیونکہ اس کے باہر کے برقیے اس کی حفاظت کر لیتے ہیں۔ اس لیے وہ کیمیائی مرکبات کی تیاری میں کوئی حصہ نہیں لیتا ہے اوراس کے جو خواص ہیں جوہر کی کسی طرح کی بھی ترکیب میں اس کے شریک ہونے سے نہیں بدلتے۔ یہ امر کمیت (صفحہ ۲۱۰) اورتابکاری (صفحہ ۲۸۹) کی حد تک بدیہی طور پر صحیح ہے۔ تابکار عناصر کے مرکزے زیادہ یا کم درجہ تک غیر قائم ہیں اور وہ برقیوں یا ہیلیم کے مرکزوں کو خارج کرکے زیادہ قیام پذیر حالت میں پہنچنے کے متقاضی ہوتے ہیں۔ دیے ہوئے کسی قسم کے تابکار جوہر کے لیے تکسیر کی شرح مستقل ہے اس لیے کہ وہ محض مرکزے ہی کی خاصیت ہے اور تپش اور طریقۂ ترکیب کے غیر تابع ہے۔ چونکہ ایسے تکسرات میں تغیر توانائی بہت کثیر ہے اس لیے ہمیں عام طور پر یہ ماننا پڑتا ہے کہ مرکزے کے اندر توانائی گرفت میں حصہ لینے والے برقیوں کی متعلقہ توانائی کے مقابلہ میں انتہا درجہ بڑی ہے۔

ہمجا عناصر میں مرکزے کے باہر کے برقیوں کی ترتیب ویسی ہی ہوتی ہے لیکن ان کے مرکزے مختلف ہوتے ہیں۔ یہ مرکزے مختلف کمیت کے

ہو سکتے ہیں، ایسی صورت میں ہمجا غیر ہمباری (Heterobaric) ہوتے ہیں یعنی مختلف وزنِ جوہر کے اور طبیعی طریقہ پر علیحدہ کیے جا سکتے ہیں۔ یا مرکزے ایک ہی کمیت کے ہو سکتے ہیں اور ایسی صورت میں ہمجا ہمباری (Isobaric) ہوتے ہیں یعنی ایک ہی وزنِ جوہر کے اور طبیعی طریقہ پر علیحدہ نہیں کیے جا سکتے۔ آخر الذکر صورت میں مرکزے ہم ترکیب (Isomeric) ہوتے ہیں لیکن اگر وہ تابکار ہوں تو ہم ترکیب ہونے پر بھی ان کا ایک دوسرے سے امتیاز ہو سکتا ہے اس لیے کہ وہ مختلف درجوں میں قیام پذیر ہوتے ہیں اور بدیں وجہ اُن کے اشعاع مختلف اصناف کے ہوتے ہیں۔ مثلاً یُورنیم ۲ اور ائیونیم

مرکزے کے بھاری کمیت والے حصہ کے متعلق ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ہمیں پراؤٹ (Prout) کی رائے پر واپس جانا چاہیے جس نے ایک صدی پہلے یہ قیاس قائم کیا تھا کہ تمام جوہری اوزان ہائیڈروجن کے وزنِ جوہر کی ضعفیں ہیں۔ اِس سبب سے کہ دیگر تمام جواہر کی تعمیر ہائیڈروجن کے جوہروں سے ہوئی ہے۔ سب سے پہلی بات یہ امر واقعی ہے کہ تابکار مرکزے اپنے عہ شعاعی استحالوں میں ہیلیم کے مرکزے خارج کرتے ہیں۔ پس لازم ہوتا ہے کہ ہیلیم کے مرکزوں کو اِن سے زیادہ بڑے مرکزوں کے ممکن تقریبی اجزائے ترکیبی تصور کیا جائے۔ پھر یہ بھی ایک امرِ واقعہ ہے کہ تمام اصلی عناصر کے جوہری اوزان جن کا اب تک مثبت شعاع کے ذریعہ امتحان ہوا ہے بہت ہی قلیل اختلاف کے ساتھ ایک عدد یعنی اکائی (۱) کی ٹھیک ضعفیں ہیں، اگر آکسیجن (O) کو ۱۶ مانا جائے۔ یہ اساسی عدد، تمام جوہروں کے وزنی جزوِ ترکیبی کا مختص وزن یعنی پروٹون (Proton) تصور کیا جاتا ہے۔ اور ہائیڈروجن کے مرکزے کا فطرتاً مثیل ہے۔ دقت صرف یہ ہے کہ ہائیڈروجن کا وزنِ جوہر خواہ کیمیائی مقدمات سے اس کی تعیین کی جائے یا مثبت شعاع کے طریقہ سے پروٹون کے مختص وزن یعنی اکائی (۱) کے ساتھ ٹھیک منطبق نہیں ہے اِس لیے کہ اس کی قیمت ۱٫۰۰۷ ہے جو تقریباً ایک فی صد زائد ہے۔ تاہم یہ ہو سکتا ہے کہ ہائیڈروجن کے مرکزے برقیوں کے ساتھ ٹھوس طور پر بندھے ہوئے ہونے کی وجہ سے ان کی کمیت میں اس قدر اضافہ پایا جاتا ہے۔ اور پروٹونوں کی بستگی سے دوسرے عناصر کے مرکزے بننے میں جو برقی توانائی خارج ہوتی ہے اس کا

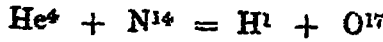
معادل ہی تفاوت ہے۔

ہائیڈروجن اپنی اندرونی جوہری ساخت کے اعتبار سے ایک مستثنیٰ عنصر ہے جیسے کہ عام خواص میں بھی وہ دوسروں سے علیحدہ ہے اور جو درجہ بندی تمام دوسرے عناصر پر حاوی ہے ہائیڈروجن پر عاید نہیں ہوتی۔ ہائیڈروجن کے جوہر کا مرکزہ ہی ایک ایسا فرد ہے جس میں کوئی برقیے نہیں ہیں۔

نابکار عناصر کے مرکزے بالالتزام غیر قیام پذیر ہیں۔ دیگر عناصر کے مرکزے لازماً قیام پذیر ہیں اور ان کے پھاڑنے کے لیے بڑی مقدار میں توانائی مرتکز ہونی چاہیے۔ بہر ہیں ہم رو تھرفرڈ (Rutherford) کے تجربوں سے ثابت ہوا ہے کہ ان کا پھٹنا ممکن ہے۔ اس نے ہلکے عناصر کا تیز رَو عہ ذرات سے تصادم کرا کے ایسے ذرات حاصل کیے جن کی سمت اور رفتار عامل عہ ذرات کی سمت اور رفتار سے بھی زیادہ تھی۔ یہ ذرّات ہائیڈروجن کے مرکزے یا پروٹون ہیں۔

سی۔ ٹی۔ آر۔ ولسن (C. T. R. Wilson) (دیکھو صفحہ ۲۹۲) کا طریقہ استعمال کر کے نائیٹروجن کے جواہر کے ساتھ عہ ذرات کے تصادموں کے نتائج کا مفصل طور پر مطالعہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ اکثر و بیشتر تصادموں میں ٹکرانے والے ذرات بغیر کسی تبدیلی کے ایک دوسرے سے پلٹ جاتے ہیں جیسا کہ کہر کے راستوں کی سمت اور نوعیت سے پتہ چلتا ہے۔ تاہم تصادموں کی ایک ایسی قلیل تعداد بھی مشاہدہ ہوئی ہے جن میں غیر معمولی نتائج صادر ہوئے ہیں۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ان صورتوں میں جوہروں کے مرکزے فی الواقع ایک دوسرے کو مَس کرتے، اور باہم دیگر عمل کرتے ہیں۔ مثل سابق تصادم کے بعد دو ہی کہر کے راستے دکھائی دیتے ہیں لیکن اب ایک راستہ خارج شدہ پروٹون کا ہے اور دوسرا ایک بھاری مرکزے کا جو بظاہر جوہری عدد ۸ اور جوہری کمیت ۱۷ کا معلوم ہوتا ہے اور غالباً آکسیجن کا ایک ہمجا ہے جو عہ ذرّے اور نائیٹروجن مرکزے کے تفل کے اتحاد سے پیدا ہوتا ہے۔ پس یہ نہ صرف جوہری تکسّر کی مثال تصور

کی جا سکتی ہے بلکہ جوہری ثابت کی بھی۔ مرکزوں کی مندرجہ ذیل مساوات کے بموجب :

$$He^4 + N^{14} = H^1 + O^{17}$$

اس طرح بیرونی توانائی استعمال کرکے ایک جوہری مرکزے کا تکسّر ایک پروٹون کے اخراج کے ساتھ عمل میں لایا گیا ہے۔ تمام ہلکے عناصر پوٹاسیم تک (باستثنائے ہیلیم۔ لیتھیم۔ گلوسینم، کاربن اور آکسیجن کے) اس طرح متکسّر ہو چکے ہیں لیکن ہنوز پوٹاسیم سے بلند تر جوہری عدد والے عناصر کے تکسّر کے متعلق قطعی شہادت نہیں پائی گئی ہے۔

جی۔ این۔ لیوس۔ "جوہر اور سالمہ" جرنل آف دی امریکن کیمیکل سوسائٹی ۳۸ صفحہ ۷۶۲ سنہ ۱۹۱۶ء۔

اروِنگ لنگمور "جواہر و سالمات میں برقیوں کی ترتیب" جرنل امریکن کیمیکل سوسائٹی ۴۱ صفحہ ۸۶۸ سنہ ۱۹۱۹ء۔

ڈبلیو۔ ڈی۔ ہارکنز (W. D. Harkins) "جواہر کی قیام پذیری" جرنل امریکن کیمیکل سوسائٹی ۴۲ صفحہ ۱۹۵۶ سنہ ۱۹۲۰ء۔

"جوہر کے مرکزوں کی ساخت اور قیام پذیری" فلوسافیکل میگزین ۴۲ صفحہ ۳۰۵ سنہ ۱۹۲۱ء۔

ای۔ روتھرفرڈ (E. Rutherford) "جواہر کی مرکزی ساخت" پروسیڈنگز آف دی رائل سوسائٹی ۹۷ الف صفحہ ۳۷۴ سنہ ۱۹۲۰ء۔ "جوہری تکسّر" فلوسافیکل میگزین ۳۷ صفحہ ۵۳۸ سنہ ۱۹۱۹ء۔

ای۔ روتھرفرڈ اور جے۔ چیڈوک (J. chadwick). ایضاً ۴۲ صفحہ ۸۰۹ سنہ ۱۹۲۱ء۔ جے۔ چیڈوک ایضاً ۲ صفحہ ۱۰۵۶ سنہ ۱۹۲۶ء۔

پی۔ ایم۔ ایس۔ بلیکیٹ (P. M. S. Blackett) "ولسن کے طریقہ کا استعمال" پروسیڈنگز آف دی رائل سوسائٹی ۱۰۷ الف صفحہ ۳۴۹ سنہ ۱۹۲۵ء۔

این۔ بور "جواہر کی ساخت" فلوسافیکل میگزین ۳۰ صفحہ ۳۹۴ سنہ ۱۹۱۵ء۔
طیوف کا نظریہ اور جوہری ساخت سنہ ۱۹۲۲ء۔
جے۔ جے۔ ٹامسن (J. J. Thomson) "طیوف کے مبداء اور پلانک (Planck) کے کلیہ پر بحث" فلوسافیکل میگزین ۳۷ صفحہ ۴۱۹ سنہ ۱۹۱۹ء۔ "سالمہ کی ساخت اور کیمیائی ترکیب پر بحث" ایضاً ۴۱ صفحہ ۵۱۰ سنہ ۱۹۲۱ء۔
ایل۔ ویگارڈ (L. Vegard) "لاشعاعی طیوف اور جوہر کی ساخت پر بحث" فلوسافیکل میگزین ۳۵ صفحہ ۲۹۳ سنہ ۱۹۱۸ء۔ ۳۷ صفحہ ۲۳۷ سنہ ۱۹۱۹ء۔
ای۔ سی۔ اسٹونر "جوہری سطحوں میں برقیوں کی تقسیم" فلوسافیکل میگزین ۴۸ صفحہ ۷۱۹ سنہ ۱۹۲۴ء
اے سومر فلڈ "جوہری ساخت اور طیفی خطوط" سنہ ۱۹۲۳ء۔
جے۔ ڈی۔ مین اسمتھ (J. D. Main smith) "کیمیا اور جوہری ساخت" سنہ ۱۹۲۴ء۔
ای۔ این۔ ڈا۔ سی۔ اینڈ ریڈ (E. N. DA C. Andrade) "جوہر کی ساخت" سنہ ۱۹۲۷ء۔

باب سی و ششم

حرحرکیاتی ثبوت

عملی اور حکمی تجربہ اس امر کا مظہر ہے کہ دائمی حرکت ناممکن ہے۔ اصطلاح کے وسیع معنی میں دائمی حرکت والی کل ایسی کل ہوتی ہے جس سے، کام کی خرچ شدہ توانائی کی بہ نسبت زیادہ توانائی حاصل ہوسکتی ہے۔ اسے ہم اول درجہ کی دائمی حرکت کہہ سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ ایک اور قسم کی دائمی حرکت والی کل ہوسکتی تھی، یعنی ایک ایسی کل جس سے، اعمال کے ایک متوالی سلسلہ سے "ہم تپش" ماحول کی حرارت سے استفادہ کر کے حیلی توانائی مسلسل طور پر حاصل کی جاسکے۔ اس قسم کی دائمی حرکت بھی ناممکن ہے۔ اس کو دوم درجہ کی دائمی حرکت کہتے ہیں۔ یہ امر واضح طور پر سمجھ لینا چاہیے کہ نہ صرف ایسی کلیں آج تک کبھی نہیں بنائی جاسکیں بلکہ خواہ ہماری تجربی مہارت کسی حد تک ترقی کر جائے، ایسی کلوں کی ساخت، ہمارے موجودہ نظری علم کے مطابق، ہمیشہ ناممکن رہیگی۔ بناء بریں اگر ہم کسی طرز استدلال سے، اس نتیجہ پر پہنچیں کہ اعمال کے کسی خیالی سلسلہ سے مذکورۂ بالا ہردو اقسام میں سے کسی ایک قسم کی دائمی حرکت پیدا ہوتی ہے تو ہم یہ حکم لگاتے ہیں کہ اعمال کے ایسے سلسلہ کا حقیقۃً وجود نہیں ہے۔

ہردو اقسام کی دائمی حرکت کے وجود کے امکان سے انکار، مفصلۂ ذیل

دو مثبت اور عمومی بیانات ہیں، جو علی الترتیب حرحرکیات کے پہلے اور دوسرے کلیے کہلاتے ہیں، شامل ہے:۔

کلیۂ اول۔ ہر ایک منفرد نظام کی توانائی مستقل رہتی ہے۔

کلیۂ دوم۔ ہر ایک منفرد نظام کی "ناکارگی" (Entropy) بڑھنے کی طرف مائل ہے۔

کلیۂ دوم کے عمومی اور رسمی دعوے سے ہمیں یہاں بہت کم سروکار ہوگا۔ اس کے بجائے ہم مذکورہ بالا منفی تجویز پیش کرینگے۔ "ناکارگی" ایک ایسا تفاعل ہے جس کا کماحقہٗ سمجھنا قدرے مشکل ہے اور جس کی تخمین براہِ راست ممکن نہیں ہے۔ اس لیے گو یہ کیمیائی یا دیگر اعمال کے وقوع کی سمت ظاہر کرنے اور تعادل کی شرائط کے انضباط کے لیے نظری طور پر بہت سود مند ہے، تاہم اس کی عملی اہمیت کم ہے۔

کلیۂ اول، بقائے توانائی کا اصول ہے۔ منفرد نظام سے مراد ایسا نظام ہے جو اپنے ماحول سے توانائی کا تبادلہ نہیں کرسکتا۔ یعنی جو نہ تو اپنے ماحول سے توانائی جذب کرسکتا ہے اور نہ اسے توانائی دے سکتا ہے۔ ایسے نظام میں توانائی کے مختلف اقسام کا مجموعہ، بلالحاظ اس امر کے کہ توانائی کیا کیا شکلیں اختیار کرے، ہمیشہ یکساں رہتا ہے۔ عملی طور پر یہ جانچنے کے لیے کہ مختلف اقسامِ توانائی کا مجموعہ مستقل ہے، ہمیں توانائی کی ایک ایسی اکائی مقرر کرنی چاہیے جس کی رُو سے جملہ اقسامِ توانائی کا اظہار ممکن ہو۔ اگر ہمیں صرف ایک ہی قسم کی توانائی سے سروکار ہو تو ہم اس کی مقدار کسی مناسب اکائی سے تعبیر کرسکتے ہیں۔ مثلاً مقدارِ حرارت، حراروں میں، برقی توانائی، وولٹ۔ کولمبوں وغیرہ میں، اور حیلی توانائی فٹ۔ پونڈوں یا گرام سمروں میں ظاہر کی جاتی ہے۔ توانائی کی مختلف اقسام سے بحث کرتے ہوئے، ہم ان اکائیوں میں سے کسی ایک کو جملہ اقسام کے اظہار کے لیے معیار تسلیم کرسکتے ہیں کیونکہ ہمیں وہ اجزائے ضربی، جو ایک اکائی کو بقیہ اکائیوں میں منقلب کرنے کے لیے درکار ہیں، معلوم ہیں۔ مثلاً

ایک حرارہ، ہر حالت میں ۴۲۶۸۰ گرام سمروں کا معادل ہوتا ہے۔ اس لیے اگر ہم حرارتی توانائی اور حیلی توانائی کو باہم جمع کرنا چاہیں تو گرام سمروں میں منقلب کرنے کے لیے، ہمیں حراروں کو ۴۲۶۸۰ سے ضرب دینا چاہیے یا حرارے حاصل کرنے کے لیے گرام سمروں کی تعداد کو اسی عدد پر تقسیم کرنا چاہیے۔ کلیۂ اول سے مستنبط چند سادہ مثالیں، جن میں صرف حرارتی اور حیلی توانائی شامل ہے، ذیل میں درج ہیں۔

جب حرارت کی ایک قلیل مقدار فرم، مستقل حجم کے تحت، ایک کامل گیس کے گرام۔ سالمی وزن کو بہم پہنچائی جاتی ہے تو یہ تمام حرارت، گیس کی تپش کے بڑھانے میں خرچ ہوتی ہے، اس لیے ہم فرم = نح × فرت لکھ سکتے ہیں، جہاں نح مستقل حجم کے تحت گرام سالمہ کی گنجائش حرارت ہے (دیکھو حصہ اول صفحہ ۵۴) اور فرت گیس کی تپش کے قلیل تغیر کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر گیس کو حرارت، مستقل دباؤ کے تحت بہم پہنچائی جائے تو یہ نہ صرف تپش کو بلند کرنے میں خرچ ہوتی ہے بلکہ جزوی طور پر اس کام میں بھی منقلب ہوتی ہے جو گیس پھیلتے وقت انجام دیتی ہے۔ اگر د مستقل دباؤ اور فرح حجم کا قلیل تغیر ہو تو کام کی یہ مقدار، حاصل ضرب د فرح کے مساوی ہے۔ اس لیے کلیۂ اول کے مطابق

فرم = نح فرت + د فرح ..... (۱)

ہے کیونکہ توانائی کا استحالہ اور کسی شکل میں نہیں ہوتا اور ایک کامل گیس کی اندرونی توانائی، اس کے حجم پر منحصر نہیں ہوتی (حصہ اول۔ صفحہ ۴۸)۔

گرام سالمہ کی گیسی مساوات (دح = ر ت) میں د، ح اور ت متغیر مقادیر ہیں، اس لیے تفرق سے، یہ مساوات ذیل کی شکل اختیار کرتی ہے:-

د فرح + ح فرد = ر فرت .... (۲)

مساوات (۱) و (۲) میں سے فرت کو ساقط کرنے سے ہمیں

ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے:—

$$\text{فرم} = \frac{\text{ن}_{\text{ح}} + \text{ر}}{\text{ر}}\ \text{د فرح} + \frac{\text{ن}_{\text{ح}}}{\text{ر}}\ \text{ح فرد}$$

اور چونکہ $\text{ن}_{\text{د}} = \text{ن}_{\text{ح}} + \text{ر}$ (دیکھو حصہ اول - صفحہ ۴۵) اس لیے

$$\text{فرم} = \frac{\text{ن}_{\text{د}}}{\text{ر}}\ \text{د فرح} + \frac{\text{ن}_{\text{ح}}}{\text{ر}}\ \text{ح فرد}$$

اگر گیس کی تپش، دباؤ اور حجم اس طور سے متغیر ہوں کہ نظام اور ماحول کے درمیان تبادلۂ حرارت صفر ہو یعنی نہ تو نظام میں سے حرارت باہر جائے اور نہ اس کے اندر جذب ہو۔ تو فرم = ۰، بنا بریں اس شرط کے تحت،

$$\text{ن}_{\text{د}}\ \text{د فرح} + \text{ن}_{\text{ح}}\ \text{ح فرد} = ۰$$

اگر نوعی حرارتوں کی نسبت $\frac{\text{ن}_{\text{د}}}{\text{ن}_{\text{ح}}}$ کو ک سے تعبیر کیا جائے تو

$$\text{ک د فرح} + \text{ح فرد} = ۰$$

یعنی
$$\text{ک}\ \frac{\text{فرح}}{\text{ح}} + \frac{\text{فرد}}{\text{د}} = ۰$$

جب اِس مساوات کا تکمل حدود د ح اور $\text{د}_{۱}\ \text{ح}_{۱}$ کے درمیان کیا جاتا ہے تو ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے:—

$$\text{ک}\left(\text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ح}_{۱} - \text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ح}\right) + \text{لوک}_{\text{و}}\,\text{د}_{۱} - \text{لوک}_{\text{و}}\,\text{د} = ۰$$

یعنی
$$\text{ک} = \frac{\text{لوک}_{\text{و}}\,\text{د} - \text{لوک}_{\text{و}}\,\text{د}_{۱}}{\text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ح}_{۱} - \text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ح}}$$

یا $\frac{\text{د}}{\text{د}_{۱}} = \left(\frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ح}}\right)^{\text{ک}}$ حرناگزار استحالوں میں۔

جسے بالعموم   د ح ک = و ح ک
بھی لکھا جاتا ہے۔

یہ نتیجہ اِس لحاظ سے بہت اہم ہے کہ اس کے توسط سے گیسوں کی نوعی حرارتوں کی نسبت، اِن حالات کے تحت جب کہ حرارت نہ تو گیس میں سے خارج ہوتی ہے اور نہ جذب ہوتی ہے، دباؤ اور حجم کے مشاہدات سے تخمین کی جاسکتی ہے۔ مثلاً جب کسی گیس میں سے آواز گزرتی ہے تو اِس میں جو بچکاؤ اور پھیلاؤ پیدا ہوتے ہیں، اس قدر جلد جلد وقوع میں آتے ہیں کہ گیس کے ایک حصہ سے دوسرے حصّوں میں، تپشی تغیر کے منتقل ہونے کے لیے وقت نہیں ملتا' اِس لیے یہ عمل جہاں تک گیس کے کسی معین حصہ کا تعلق ہوتا ہے، ہم تپشی ہونے کے بجائے حرنا گذار ہوتا ہے۔ ہر ایک پھیلاؤ پر گیس مبرّد ہوتی ہے اور ہر ایک بچکاؤ پر گرم ہوتی ہے۔ بنابریں، اِن حالات کے تحت گیس، کلیۂ بائل کے، جو صرف حجم اور دباؤ کے ھم تپشی تغیرات پر صادق آتا ہے "تابع نہیں ہوتی بلکہ مذکورۂ بالا کلیہ کے تابع ہوتی ہے جس کے مطابق دباؤ، حجم کے بالعکس متناسب ہونے کے بجائے، حجم کی ک۔ ویں قوت کے بالعکس متناسب ہوتا ہے۔ بدیں وجہ کسی گیس کی نوعی حرارتوں کی نسبت، اِس میں آواز کی رفتار معلوم کرکے مستنبط کی جاسکتی ہے (حصہ اول۔ صفحہ ۲۴۶)۔

اب ہم اس کلیہ کو دریافت کرنا چاہتے ہیں جو کسی گیس کے حجم اور تپش مطلق میں مربوط ہے جب کہ گیس حرنا گذار استحالہ سے (یعنی بلا تبادلہ حرارت بچکاؤ سے) گرم کی جاتی ہے۔

اس کے لیے

(۱) و (۲) مساواتوں میں سے دفر ح کے اسقاط سے، حسب ذیل نتیجہ بر آمد ہوتا ہے:۔

فر م = (ن ح + ر) فر ت - ح فر د

= ن د فر ت - ح فر د

$$= ن_د \, فر ت - \frac{فر د}{د} \times ر ت$$

کیونکہ $د ح = ر ت$

حرناگزار پچکاؤ کے لیے $فر مر = ۰$ ہوتا ہے، اس لیے

$$ن_د \, فر ت - \frac{فر د}{د} \times ر ت = ۰$$

$$\frac{ن_د}{ن_د - ن_ح} \times \frac{فر ت}{ت} - \frac{فر د}{د} = ۰$$

$$\frac{ک}{ک - ۱} \times \frac{فر ت}{ت} - \frac{فر د}{د} = ۰$$

حدود $ت_۲$، $د_۲$ اور $ت_۱$، $د_۱$ کے درمیان تکمل کرنے سے،

$$\frac{ک}{ک-۱}\left(لوک_و \, ت_۱ - لوک_و \, ت\right) - \left(لوک_و \, د_۱ - لوک_و \, د\right) = ۰$$

$$ک \; لوک_و \frac{ت_۱}{ت} = (ک - ۱) \; لوک_و \frac{د_۱}{د}$$

$$\left(\frac{ت_۱}{ت}\right)^{ک} = \left(\frac{د_۱}{د}\right)^{ک-۱}$$

حاصل ہوتا ہے۔ لیکن چونکہ ایک حرناگزار عمل میں، $\frac{د_۱}{د} = \left(\frac{ح}{ح_۱}\right)^{ک}$ ہوتا ہے، اس لیے ہمیں آخرکار

$$\left(\frac{ت_۱}{ت}\right)^{ک} = \left\{\left(\frac{ح}{ح_۱}\right)^{ک}\right\}^{ک-۱}$$

یا

$$\frac{ت_۱}{ت} = \left(\frac{ح}{ح_۱}\right)^{ک-۱}$$

حاصل ہوتا ہے۔ یہ نتیجہ ہمیں کام کی اعظم مقدار محسوب کرنے میں، جو معین حالات کے تحت، ایک معین مقدارِ حرارت سے حاصل کیا جا سکتا ہے، مفید ثابت ہوگا۔ اب ہم اس مسئلہ کو حل کرنا چاہتے ہیں۔

کلیۂ دوم کو جس طرح ہم نے بیان کیا ہے اُس کے بموجب، اپنے ماحول کی مشترک تپش رکھنے والے اجسام کی حرارت سے کسی دَوری عمل کے ذریعہ کچھ کام حاصل نہیں کیا جاسکتا۔ حرارت کو کام میں تبدیل کرنے کے لیے تپش کے اختلافات ضروری ہیں۔ کوئی جسم جب ایک تپش سے دوسری تپش تک ٹھنڈا ہوتا ہے تو اس سے ایک معین مقدار خارج ہوتی ہے اور اس حرارت کی ایک معین کسر کام میں تبدیل ہوسکتی ہے۔ عملاً مختلف انجن اس حرارت کی مختلف مقادیر کو کام میں تبدیل کرسکتے ہیں لیکن کوئی انجن، خواہ وہ کتنا ہی کامل کیوں نہ ہو، کل مقدارِ حرارت میں سے ایک معین نظری حد سے زیادہ مقدارِ حرارت کو کام میں تبدیل نہیں کرسکتا۔ اب ہم یہ معلوم کرینگے کہ یہ حد کیا ہے۔

اول ہی اول اس مسئلہ کی طرف کارنو (Carnot) نے توجہ کی تھی۔ ہمارا طرزِ استدلال کارنو کے طریقِ استدلال سے بالکل مشابہ ہے، فرق صرف اس قدر ہے کہ کارنو کے نزدیک حرارت ایک مادی چیز تھی نہ کہ توانائی کی ایک شکل، جیسا کہ ہم مانتے ہیں۔ کارنو کا بنیادی نظریہ **عملوں کا متعاکس دَور** ہے۔ عملوں کے دَور سے مراد وہ سلسلۂ اعمال ہے جس میں نظام زیرِبحث کی ابتدائی اور انتہائی حالت یکساں ہوتی ہے۔ اور اصطلاح متعاکس، نہ صرف حیلی عمل کی سمت پر بلکہ جملہ اعمال کے کامل طبیعی تعاکس پر بھی عائد ہوتی ہے۔

ایک متعاکس حرارتی انجن، حرارت کی ایک معین مقدار کو کام میں بدلنے کے بعد ہر ایک لحاظ سے اپنی اصلی حالت پر عود کر آئیگا۔ بشرطیکہ اسے درجہ بدرجہ الٹا چلایا جائے تاکہ حاصل شدہ کام، اس کی وساطت سے بالکلیہ حرارت میں بدل دیا جائے۔ ایسا انجن اعلیٰ سے اعلیٰ ممکن استعداد رکھتا ہے کیونکہ اگر کوئی اور انجن اس سے زیادہ کامل ہو تو دائمی حرکت حاصل ہوسکتی ہے۔ یہ مسئلہ حسب ذیل طریقہ سے ثابت کیا جاسکتا ہے:-

فرض کرو کہ ا ایک متعاکس انجن ہے اور ب ایک اور انجن ہے جو ا کے سے حالات کے تحت ا کی بہ نسبت زیادہ حرارت کو کام میں بدل سکتا ہے۔

فرض کرو جن تپشوں کے درمیان یہ انجن کام کرتے ہیں دونوں کے لیے ایک ہی ہیں۔ اور انجن ۱ حرارت کی کسی مقدار م میں سے مقدار م کو کام میں بدل سکتا ہے۔ اگر اب اس انجن پر حرارت م کے متناظر کام کیا جائے اس طرح پر کہ جملہ اعمال اُلٹ دیے جاتے ہیں تو نظام ٹھیک اپنی ابتدائی حالت پر عود کر آئیگا اور حرارت کی مقدار م ۔ م ادنی سے اعلی تپش پر آجائیگی۔ اب فرض کرو کہ انجن ۲ کو چلانے کے بجائے، زیادہ کامل انجن ب چلایا جاتا ہے اور اسے اعلی تپش پر مقدارِ حرارت م مہیا کی جاتی ہے۔ چونکہ موخر الذکر انجن کی استعداد زیادہ ہے اس لیے بہ نسبتِ سابق، حرارت کی ایک زیادہ مقدار مثلاً مَ کام میں بدلی جائیگی اور مقدارِ حرارت م۔مَ اعلی سے ادنی تپش تک گر جائیگی۔ اگر اب متعاکس انجن کو استعمال کرکے کام م کو حرارت میں مستحل کریں تو م کے معادل حیلی توانائی خرچ کرنے سے، حرارت کی اصلی مقدار م اصل تپش پر حاصل کی جاسکتی ہے اور اس اثنا میں حرارت کی م۔م ادنی سے اعلی تپش پر آجاتی ہے۔ پس عملوں کے اس سلسلہ میں مقدارِ حرارت مَ۔م ادنی تپش پر حاصل کی جاتی ہے اور اس کی معادل مقدار کا کام انجام پاتا ہے۔ عملوں کا یہ دَور بار بار دُہرایا جاسکتا ہے اور ادنی تپش پر سے، جو کہ ماحول کی متساوی تپش ہوسکتی ہے، حرارت لے کر کام کی ایک غیر معین کثیر مقدار حاصل کی جاسکتی ہے، بالفاظِ دیگر، اس نظام کے توسط سے دوسری قسم کی دائمی حرکت پیدا ہوسکتی ہے۔ چونکہ یہ محال ہے اس لیے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ کوئی انجن متعاکس انجن ۱ کی بہ نسبت زیادہ کامل نہیں ہوسکتا۔

یہ بات نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے کہ متعاکس یا دوسرے انجن میں مستعمل اشیاء کے متعلق مطلقاً کچھ ذکر نہیں کیا گیا۔ اس لیے حاصل شدہ نتیجہ کسی خاص چیز کے استعمال پر مبنی نہیں ہے۔ بنابریں حرارت کی اعظم مقدار کی تخمین کے لیے جو کہ کام میں بدلی جاسکتی ہے، اپنے حسابی شمار کے لیے ہم کسی بھی قسم کے متعاکس انجن استعمال کرنے کے مجاز ہیں۔ چونکہ کامل گیس

لیے کلیات کے تابع ہوتی ہے اس لیے ہم بنظرِ سہولت فرض کرتے ہیں کہ مستعمل چیز ایک کامل گیس ہے۔

سب سے پہلے ہمیں اس امر کے متعلق تحقیقات کرنی چاہیے کہ آیا کام کرنے والی چیز پر جن عملوں کا سلسلہ عائد کیا جاتا ہے، درحقیقت متعاکس ہے یا نہیں۔ تعاکس کی شرط یہ ہے کہ نظام کی حالت کسی وقت بھی تعادل سے بقدرِ محسوس مختلف نہ ہو کیونکہ اگر وہ مختلف ہوگی تو حالات کا قلیل ترین تغیر، عمل کے وقوع کی سمت کو متعین کردیگا۔ اس لیے اگر گیس کو حرارت پہنچائی جائے تو گیس اور مبدائے حرارت کی تپش کا اختلاف ایک لانہایت قلیل مقدار ہونی چاہیے۔ اسی طرح اگر حرارت گیس سے جذب کی جائے تو حرارت کے مغرق کی تپش، گیس کی تپش سے ایک لانہایت قلیل مقدار کم ہونی چاہیے۔ اگر گیس دباؤ سے پچکائی جاتی ہے تو بیرونی دباؤ کسی وقت بھی گیس کے دباؤ کی بہ نسبت ایک لانہایت قلیل مقدار سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ اور اسی طرح جب گیس پھیلائی جائے تو اس کا دباؤ بیرونی دباؤ سے بہت ہی قلیل کم ہونا چاہیے۔ علاوہ ازیں کل میں مطلقاً رگڑ نہیں ہونی چاہیے ورنہ کچھ کام علاوہ اس کے جو گیس پر کیا جارہا ہے کل کے چلانے میں صرف ہوجائیگا اور اس طور پر حرارت میں مبدّل ہوگا۔ ماحصل اس تمام کلام کا یہ ہے کہ عملی طور پر ایک متعاکس انجن کا وجود امر محال ہے کیونکہ ایسے انجن کے لیے کسی وقت بھی تعادل کی حالت سے مطلقاً کچھ انحراف نہیں ہونا چاہیے۔ اگر تعادل سے انحراف لانہایت قلیل ہو تو عمل کی تکمیل کے لیے لانہایت زیادہ وقت درکار ہوگا۔ پس ہمیں یہ سمجھ لینا چاہیے کہ جس طرح کامل گیس ایک خیالی چیز ہے اسی طرح متعاکس انجن بھی ایک خیالی انجن ہے۔ عملی طور پر ان کا حصول ناممکن ہے لیکن اس امر سے ان نظری نتائج کی قدر و قیمت میں، جو ان کے توسط سے مستنبط ہوتے ہیں، بالکل کوئی کمی واقع نہیں ہوتی۔

عملوں کے اس سلسلہ کی بہترین تعبیر، جو کہ گیس کے اوپر کیے جاتے ہیں دباؤ

اور حجم کی ترسیم ہے جو شکل ۶۴ میں دکھائی گئی ہے۔ ابتداءً گیس کی حالت

شکل ۶۴

نقطہ ۱ کے مطابق ہے۔ مستقل تپش ت پر، گیس کو آہستہ آہستہ پھیلایا جاتا ہے یہاں تک کہ اس کا دباؤ اور حجم نقطہ ۲ کے مطابق ہو جاتے ہیں یعنی ۱، ۲ کی شکل، ایسوتھرمل کے مستطیل قطع زائد کی ہے (دیکھو صفحہ ۱۰۵ حصہ اول)۔ اب ہم گیس کو مستقل تپش ت کے مبدائے حرارت سے علیحدہ کر کے اسے حرنا گزار طریقہ پر پھیلاتے ہیں یہاں تک کہ ہم نقطہ ۳ پر آپہنچتے ہیں۔ چونکہ ہم تپشی عمل کی بہ نسبت حرنا گزار عمل میں ایک معین حجم کے لیے دباؤ کا تغیر نسبتاً زیادہ ہوتا ہے (دیکھو صفحہ ۳۲۳) منحنی ۲، ۳ منحنی ۱، ۲ کی بہ نسبت، محور حجم کی طرف زیادہ مائل ہوگا، جیسا کہ شکل ۶۴ میں دکھایا گیا ہے۔ نیز چونکہ حرنا گزار پھیلاؤ میں حرارت قطعاً داخل نہیں ہو سکتی، اس لیے گیس کی تپش ت، تک پست ہو جائیگی۔ اب ہم گیس کو ایک مستقل تپش ت، والے حرارت کے مبداء یا حوض کے ساتھ مس کرتے ہیں اور اسے مستقل تپش پر اتنا پچکاتے ہیں کہ وہ نقطہ ۴ تک پہنچ جاتی ہے جہاں سے آگے اگر حرنا گزار پچکاؤ شروع کیا جائے تو حرنا گزار منحنی، ابتدائی نقطہ ۱ میں سے گذرتا ہے۔ اس نقطہ پر عمل بند کر دیا جاتا ہے اور اس طور پر ایک دور ختم ہوتا ہے۔

اس دور میں حرارت کی ایک معین مقدار م بلند تر تپش ت پر جذب ہوتی ہے اور مقدار م، کمتر تپش ت، پر گیس سے خارج ہوتی ہے۔ اس کے

ساتھ ہی، بحیثیت مجموعی، ایک معین مقدار میں کام کیا جاتا ہے۔ پھیلتے ہوئے گیس کام کرتی ہے اور اس کام کی پیمائش ہر ایک دباؤ اور اس کے متناظر تغیر حجم کے حاصل ضرب سے ہوتی ہے۔ پس رسمہ میں، گیس کے کام کی تعبیر رقبہ عد، ۱، ۲، ۳، جہ ہے۔ جب گیس پچکائی جاتی ہے تو اس کے اوپر کام کیا جاتا ہے، اور یہ کام رسمہ میں، رقبہ جہ، ۳، ۴، ۱، عد سے تعبیر کیا گیا ہے۔ بنا بریں ایک دور میں گیس سے حاصل شدہ کام کی مقدار، ان رقبوں کے تفاوت یعنی رقبہ ۱، ۲، ۳، ۴ کے مساوی ہے۔

واقعی عددی رابطے حاصل کرنے کی خاطر، گیس کے ایک گرام سالمہ پر، جس کے لیے اس باب کی سابقہ مساواتیں صادق آتی ہیں، غور کرو۔ ہم تپشی پھیلاؤ ۱، ۲ میں، گیس تپش $ت_۲$ پر حرارت کی $ھ$ اکائیاں جذب کرتی ہے اور اس کا حجم $ح_۱$ سے $ح_۲$ ہو جاتا ہے۔ مساوات (۱، (صفحہ ۳۲۱))

$$فر\ ھ = ن_ح\ فر\ ت + د\ فر\ ح$$

میں، فر ت صفر کے مساوی ہے کیونکہ اس عمل میں تپش مستقل رہتی ہے اور د کے بجائے ہم $\frac{ر ت}{ح}$ لکھ سکتے ہیں۔ پس ہمیں مساوات

$$فر\ ھ = ر\ ت\ \frac{فر\ ح}{ح} \qquad (۱)$$

حاصل ہوتی ہے جس کو حدود $ح_۱$ اور $ح_۲$ کے درمیان تکمل کرنے سے، گیس کی جذب شدہ حرارت

$$ھ = ر\ ت\ لوک_و \frac{ح_۲}{ح_۱}$$

حاصل ہوتی ہے۔ اگر اس مساوات کے بائیں جانب کے جملے کو چلی اکائیوں میں ظاہر کیا جائے تو یہ جملہ اس کام کے برابر ہے جو کہ گیس، مستقل تپش پر حجم $ح_۱$ سے حجم $ح_۲$ تک پھیلتے ہوئے کرتی ہے۔

اسی طرح "ہم تپشی پچکاؤ" ۳، ۴ کے لیے مساوات

$$-\text{م}' = \text{ر}\,\text{ت}'\,\text{لوگ}_{\text{e}}\frac{\text{ح}_{۴}}{\text{ح}_{۳}}$$

یعنی
$$\text{م}' = \text{ر}\,\text{ت}'\,\text{لوگ}_{\text{e}}\frac{\text{ح}_{۳}}{\text{ح}_{۴}}$$

حاصل ہوتی ہے۔ پہلی مساوات میں م′ کا نشان م کے نشان سے اِس لیے مختلف ہے کہ ایک حالت میں نظام حرارت کو جذب کرتا ہے۔ اور دوسری حالت میں حرارت کو خارج کرتا ہے۔ اب تقسیم سے ہمیں ذیل کی مساوات:

$$\frac{\text{م}}{\text{م}'} = \frac{\text{ت}\,\text{لوگ}_{\text{e}}\frac{\text{ح}_{۲}}{\text{ح}_{۱}}}{\text{ت}'\,\text{لوگ}_{\text{e}}\frac{\text{ح}_{۳}}{\text{ح}_{۴}}} \quad \ldots\ldots\ldots(۳)$$

حاصل ہوتی ہے۔ حرناگزار پھیلاؤ ۲، ۳ کے لیے، ذیل کی مساوات (دیکھو صفحہ ۳۲۴)

$$\frac{\text{ت}}{\text{ت}'}\left(\frac{\text{ح}_{۲}}{\text{ح}_{۳}}\right)^{\text{ک}-۱}$$

اور حرناگزار سکڑاؤ ۴، ۱ کے لیے، ذیل کی مساوات

$$\frac{\text{ت}'}{\text{ت}} = \left(\frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ح}_{۴}}\right)^{\text{ک}-۱}$$

حاصل ہوتی ہے جس سے

$$\frac{\text{ح}_{۴}}{\text{ح}_{۱}} = \frac{\text{ح}_{۳}}{\text{ح}_{۲}}$$

یا
$$\frac{\text{ح}_{۳}}{\text{ح}_{۴}} = \frac{\text{ح}_{۲}}{\text{ح}_{۱}}$$

حاصل ہوتا ہے اور مساوات (۳) کی شکل حسب ذیل ہوجاتی ہے:۔

$$\frac{\text{م}}{\text{م}'} = \frac{\text{ت}}{\text{ت}'}$$

بالفاظِ دیگر، جذب شدہ حرارت اور خارج شدہ حرارت کی مقادیر کا تناسب، ان مطلق تپشوں کے تناسب کے مساوی ہے، جن پر نظام، حرارت جذب اور خارج کرتا ہے۔ ذرا سے تغیر سے مساواتِ بالا کی شکل :-

$$\frac{\text{م} - \text{مَ}}{\text{م}} = \frac{\text{ت} - \text{تَ}}{\text{ت}}$$ ہوجاتی ہے

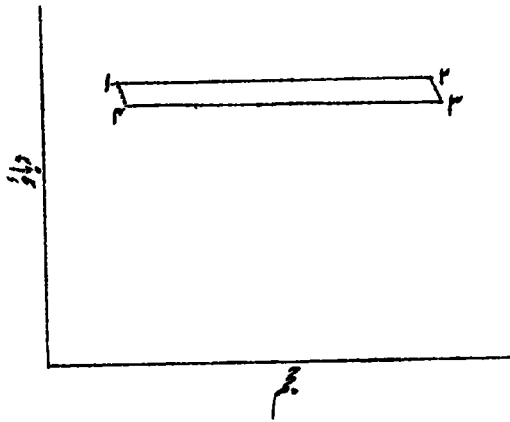
یعنی جذب شدہ حرارت کی وہ اضافی مقدار جو کام میں متبدل ہوتی ہے، دونوں ہم تپشی عملوں کے درمیانی اختلافِ تپش اور انجذاب کی مطلق تپش کے حاصل تقسیم کے مساوی ہے۔ موخر الذکر مساوات کی مندرجۂ ذیل شکل، متعاقب حسابی عملوں میں مفید پائی جائیگی

$$\text{م} - \text{مَ} = \frac{\text{ت} - \text{تَ}}{\text{ت}}\,\text{م} \quad \ldots\ldots\ldots (۴)$$

گو یہ نتائج، محض گیسوں کے سلوک پر غور کرنے سے حاصل ہوئے ہیں، لیکن یہ ہر متعاکس دَور کے لیے صحیح ہیں۔ بنابریں یہ نتائج اُن تمام صورتوں میں، جہاں جملہ اعمال متعاکس ثابت کیے جا سکتے ہیں استعمال ہوسکتے ہیں۔

مساوات (۴) کو ہم سب سے پہلے، عملِ تبخیر سے متعلق استعمال کرینگے۔ دباؤ د کے تحت، مایع کی ایک معین مقدار کے واردات پر غور کرو۔ انتخاب کردہ مستقل تپش پر، یہ دباؤ مایع کے بخاری دباؤ کے مساوی ہوگا۔ بیرونی دباؤ میں ایک لا نہایت قلیل گھٹاؤ سے مایع بتدریج بخار بن جائیگا، بشرطیکہ یہ دباؤ اور مستقل تپش برقرار رکھے جائیں۔ فرض کرو کہ اس طور پر، بخار کا ایک گرام سالمی وزن حاصل ہوتا ہے اور نمایندہ رسمہ (Indicator diagram) میں، ہم تپشی عمل، مستقل دباؤ کے تحت، خط ۱، ۲ سے، جو محورِ حجم کے متوازی ہے، ظاہر کیا جاتا ہے (شکل ۶۵)۔ اب بخار کو حرناگزار طریقہ پر، اصل دباؤ د سے ایک ایسے دباؤ تک جو اس سے فرا دپست تر ہے، پھیلنے دو، اس عمل سے تپش پست ہوجائیگی۔ اور دباؤ اور حجم نقطہ ۳ سے ظاہر کیے جاسکینگے۔

تپش ت۔ فرات پر، جس کے لیے شئے زیربحث کا بخاری دباؤ د۔ فر د ہے، بخار کو ہم تپشی عمل سے پچکا کر مائع بنا دو (نقطہ ۴) پھر اس دور کی تکمیل حر ثاگزار پچکاؤ سے کرو یہاں تک کہ دباؤ، حجم اور تپش اپنی ابتدائی قیمتوں پر آجائیں (نقطہ ۱)۔ اس کام کی مقدار، جو نظام کے اوپر کیا گیا ہے، شکل ۱، ۲، ۳، ۴ کے رقبہ کے مساوی ہے۔ یہ رقبہ تقریباً خط ۱، ۲ اور خطوط ۱، ۲ اور ۳، ۴ کے

شکل ۶۵

درمیانی انتصابی فاصلہ کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔ رسمہ میں اوّل الذکر (خط ۱، ۲) بخار اور مائع کے اختلاف حجم کو ظاہر کرتا ہے اور ثانی الذکر یعنی دونوں اُفقی خطوں کا درمیانی فصل، قلیل تغیر تپش فر ت کے باعث، دباؤ کے اختلاف فر د کی تعبیر ہے۔ بنابریں کام حاصل ضرب فر د (ح - ح۱) کے مساوی ہے جس میں ح اور ح۱ علی الترتیب بخار اور مائع کا سالمی حجم ہے۔ اعلیٰ تپش ت پر جذب شدہ حرارت کی مقدار مر، اس تپش پر مائع کی تبخیر کی سالمی حرارت ہے اس لیے وہ مقدار حرارت جو کام میں منتقل ہوئی ہے، مساوات (۴) کے مطابق مر فر ت / ت ہے۔ اگر ہم حرارت کو حیلی اکائیوں میں ظاہر کریں، جیسا کہ

حرارتی اکائیوں کو "جو" یعنے ۴۲۶۸۰ سے ضرب دینے سے کیا جاسکتا ہے (صفحہ ۹ حصہ اول) تو ہمیں ذیل کی مساوات

$$\text{فر د}\,(\text{ح} - \text{ح}_1) = \text{جو م}\,\frac{\text{فر ت}}{\text{ت}} \quad \ldots\ldots(5)$$

حاصل ہوتی ہے جو عملی نقطۂ نگاہ سے بہت اہم اور وسیع الاطلاق ہے۔

چونکہ مایع کا حجم، معمولی دباؤ کے تحت، اس سے حاصل شدہ بخار کے حجم کے مقابلہ میں بہت ہی قلیل ہوتا ہے، اس لیے بسا اوقات ح - ح کے بجائے صرف ح کا لکھنا جائز ہوتا ہے۔ اس طور سے حسابی شمار میں معتد بہ سہولت پیدا ہو جاتی ہے۔ کیونکہ کسی گیس کے گرام سالمی حجم کے لیے مساوات د ح = ر ت ہے جہاں ر چیلی اکائیوں میں تقریباً ۲ "جو" کے مساوی ہے (دیکھو صفحہ ۶۳ حصہ اول) اس لیے ح = $\frac{\text{۲ جو ت}}{\text{د}}$ اور مساوات (۵) حسب ذیل شکل میں لکھی جاسکتی ہے:—

$$\text{۲ جو ت}\,\frac{\text{فر د}}{\text{د}} = \text{جو م}\,\frac{\text{فر ت}}{\text{ت}}$$

یعنی

$$\frac{\text{فر د}}{\text{د فر ت}} = \frac{\text{م}}{\text{۲ ت}^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

یا

$$\frac{\text{فر لوک}_e\,\text{د}}{\text{فر ت}} = \frac{\text{م}}{\text{۲ ت}^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

ہم اس نتیجہ مشمولہ مساوات (۶) کے ذریعہ "بنزین" (Benzene) کی تبخیر کی مخفی حرارت، تپش کے ساتھ اس کے بخاری دباؤ کے تغیر سے محسوب کرسکتے ہیں۔ ۵۰° م پر "بنزین" کا بخاری دباؤ، پارے کے ۳۴،۹۳ سمر یعنی ۴۷۵،۰ گرام فی مربع سمر ہوتا ہے، اور ۵۸،۵° م پر ۳۶،۰۶ سمر یا ۴۹۰،۴ گرام فی مربع سمر ہوتا ہے۔ پس

فر د = ۱،۵۴

فر ت = ۰،۵۸

دباؤ کی اوسط قیمت د = ۲۷،۴۸

تپشِ مطلق کی اوسط قیمت ت = ۲۷۸،۳

بنا بریں م = $\frac{۲ ت^۲ فر د}{د فر ت}$

= $\frac{۲(۲۷۸،۳)^۲ \times ۱،۵۴}{۰،۵۸ \times ۴۸،۲۷}$

= ۸۵۲۰ حرارے

اِس حرارتِ تبخیر کی تجربی قیمت ۸۴۲۰ حرارے ہے۔ پس حسابی عمل اور تجربے کے نتائج میں اچھی مطابقت ہے اور جو کچھ بھی اختلاف پایا جاتا ہے تجربی خطاء سے زائد نہیں ہے۔

مساواتِ کلے[a] (۵) صرف مایع اور گیسی ہیئتوں یعنی تبخیر کے لیے ہی صحیح نہیں ہے بلکہ یہ ہیئتوں کے ہر ایک جفت مثلاً ٹھوس اور مایع یا دو ٹھوس ہیئتوں جیسے گندک کی مختلف قلمی اصناف کے درمیانی تعادل کے متعلق بھی صحیح ہے۔ ذیل کی شکل

فر ت = $\frac{ت (ح - ح_۱)}{جو م}$ فر د .... (۸)

میں یہ مساوات تعادل کی تپش پر دباؤ کے اثر کی تخمین کے لیے مفید ہے۔ ح، ح اور م یا تو سالمی مقادیر کے حوالہ سے یا شئے زیرِ بحث کے اکائی وزن کے حوالہ سے درج کی جا سکتی ہیں کیونکہ مساواتِ بالا کی دائیں جانب سالمی جزوِ ضربی کٹ جاتا ہے۔ اگر ہم اس استحالہ پر غور کریں جو شئے زیرِ بحث کو حرارت پہنچانے سے وقوع پذیر ہوتا ہے تو م ایک مثبت مقدار ہوتی ہے اور جو، ت بھی لازماً مثبت ہیں۔ بنا بریں ح – ح کے مثبت یا منفی ہونے کے مطابق فر د کی علامت فر ت کی علامت کے موافق یا مخالف ہوگی۔ بالفاظِ دیگر اگر کوئی شئے حرارت سے مستحل ہونے میں پھیلتی ہے تو

[a] Clapeyron's equation

فر د اور فر حت کی علامتیں یکساں ہونگی، برعکس اس کے اگر وہ شے سکڑتی ہے تو فر د اور فر حت کی علامتیں متضاد ہونگی۔ اول الذکر حالت میں نقطۂ مروا دباؤ کی زیادتی سے بلند ہوگا اور ثانی الذکر حالت میں پست ہوگا۔ رومبک یا معین نما گندک (Rhombic sulphur) پگھلتے ہوئے پھیلتی ہے۔ اس لیے ح - ح مثبت ہے اور معین نما گندک کا نقطۂ اماعت دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ معہذا "رومبک گندک" مونوکلینک (یعنی یک میلی گندک) میں تبدیل ہوتے ہوئے پھیلتی ہے، اس لیے نقطۂ عرور دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ برعکس اس کے، پانی کا حجم بہ نسبت اس یخ کے حجم کے جس کی اماعت سے یہ حاصل ہوتا ہے، کم ہوتا ہے پس خ - ح منفی ہے اور دباؤ کی زیادتی سے یخ کا نقطۂ اماعت پست ہوتا ہے۔

عددی مثال کے طور پر، ہم مساوات (۸) کی وساطت سے، یخ کے نقطۂ اماعت پر ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی کا اثر محسوب کرتے ہیں۔ ۰° م پر پانی کا ایک مکعب سم، یخ کے ۱٫۰۹ مکعب سم سے حاصل ہوتا ہے، پس اماعت سے، فی گرام پانی ۰٫۰۹ مکعب سم تغیر حجم واقع ہوتا ہے۔ اماعت کی مخفی حرارت فی گرام پانی ۸۰ حرارے ہے اور اماعت کی تپش ت = ۲۷۳

بنابریں جب فر د = ۱ کرۂ ہوائی = ۱۰۳۳ گرام فی مربع سم تو

فر ت = ت (ح - حا) فر د / جو م

= ۱۰۳۳ × (-۰٫۰۹) × ۲۷۳ / ۸۰ × ۴۲۶۸۰

= -۰٫۰۰۷۴

یعنی یخ کا نقطۂ اماعت، ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی سے ۰٫۰۰۷۴° م پست ہو جاتا ہے۔ دباؤ کی اتنی ہی کمی سے نقطۂ اماعت اسی قدر بلند ہوتا ہے۔ اس لیے یخ جو ایک کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت صفر درجہ مئی پر پگھلتا ہے خود اپنے بخار کے دباؤ کے تحت ۰٫۰۰۷۴° م پر پگھلتا ہے، بنابریں نقطۂ ثلاثی (صفحہ ۴۲ حصۂ اول) ۰° م کے بجائے ۰٫۰۰۷۴° م پر

دباؤ کی اوسط قیمت د = ۴۸٫۲۷

تپشِ مطلق کی اوسط قیمت ت = ۲۷۸٫۳

بنابریں م = ۲ ت۲ فرد / د فرات

= ۲ (۲۷۸٫۳)۲ × ۱٫۵۴ / ۰٫۵۸ × ۴۸٫۲۷

= ۸۵۲۰ حرارے

اِس حرارتِ تبخیر کی تجربی قیمت ۸۴۲۰ حرارے ہے۔ پس حسابی عمل اور تجربے کے نتائج میں اچھی مطابقت ہے اور جو کچھ بھی اختلاف پایا جاتا ہے تجربی خطاء سے زائد نہیں ہے۔

مساوات[لہ] (۵) صرف مایع اور گیسی ہیئتوں یعنی تبخیر کے لیے ہی صحیح نہیں ہے بلکہ یہ ہیئتوں کے ہر ایک جفت مثلاً ٹھوس اور مایع یا دو ٹھوس ہیئتوں جیسے گندک کی مختلف قلمی اصناف کے درمیانی تعادل کے متعلق بھی صحیح ہے۔ ذیل کی شکل

فر تا = ت (ح − ح۱) / جو ہر فر د .... (۸)

میں یہ مساوات تعادل کی تپش پر دباؤ کے اثر کی تخمین کے لیے مفید ہے۔ ح، ح۱ اور ہر یا تو سالمی مقادیر کے حوالہ سے یا شے زیرِ بحث کے اکائی وزن کے حوالہ سے درج کی جا سکتی ہیں کیونکہ مساواتِ بالا کی دائیں جانب سالمی جزوِ ضربی کٹ جاتا ہے۔ اگر ہم اس استحالہ پر غور کریں جو شے زیرِ بحث کو حرارت پہنچانے سے وقوع پذیر ہوتا ہے تو ہر ایک مثبت مقدار ہوتی ہے اور جو، ت بھی لازماً مثبت ہیں۔ بنابریں ح − ح۱ کے مثبت یا منفی ہونے کے مطابق فر د کی علامت فر ت کی علامت کے موافق یا مخالف ہوگی۔ بالفاظِ دیگر اگر کوئی شے حرارت سے مستحل ہونے میں پھیلتی ہے تو

[لہ] Clapeyron's equation

فر د اور فر ت کی علامتیں یکساں ہونگی، برعکس اس کے اگر وہ شے سکڑتی ہے تو فر د اور فر ت کی علامتیں متضاد ہونگی۔ اول الذکر حالت میں نقطۂ مرور دباؤ کی زیادتی سے بلند ہوگا اور ثانی الذکر حالت میں پست ہوگا۔ رومبک یا معین نما گندک (Rhombic sulphur) پگھلتے ہوئے پھیلتی ہے۔ اس لیے ح - ح مثبت ہے اور معین نما گندک کا نقطۂ اماعت دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ معہذا "رومبک گندک" مونوکلینک (یعنی یک میلی گندک) میں تبدیل ہوتے ہوئے پھیلتی ہے، اس لیے نقطۂ مرور دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ برعکس اس کے، پانی کا حجم بہ نسبت اس یخ کے حجم کے جس کی اماعت سے یہ حاصل ہوتا ہے، کم ہوتا ہے پس ح - ح منفی ہے اور دباؤ کی زیادتی سے یخ کا نقطۂ اماعت پست ہوتا ہے۔

عددی مثال کے طور پر، ہم مساوات (۸) کی وساطت سے، یخ کے نقطۂ اماعت پر ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی کا اثر محسوب کرتے ہیں۔ ۰ درجہ پر پانی کا ایک مکعب سمر، یخ کے ۱٫۰۹ مکعب سمر سے حاصل ہوتا ہے، پس اماعت سے، فی گرام پانی ۰٫۰۹ مکعب سمر تغیر حجم واقع ہوتا ہے۔ اماعت کی مخفی حرارت فی گرام پانی ۸۰ حرارے ہے اور اماعت کی تپش ت = ۲۷۳ بنابریں جب فر د = ۱ کرۂ ہوائی = ۱۰۳۳ گرام فی مربع سمر تو

$$\text{فر ت} = \frac{\text{ت}(\text{ح} - \text{ح}_1)\ \text{فر د}}{\text{جو م}}$$

$$= \frac{۱۰۳۳ \times (-۰٫۰۹) \times ۲۷۳}{۸۰ \times ۴۲۶۸۰}$$

$$= -۰٫۰۰۷۴$$

یعنی یخ کا نقطۂ اماعت، ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی سے ۰٫۰۰۷۴ درجہ پست ہوجاتا ہے۔ دباؤ کی اتنی ہی کمی سے نقطۂ اماعت اسی قدر بلند ہوتا ہے۔ اس لیے یخ جو ایک کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت صفر درجہ مئی پر پگھلتا ہے خود اپنے بخار کے دباؤ کے تحت ۰٫۰۰۷۴ درجہ پر پگھلتا ہے، بنابریں نقطۂ ثلاثی (صفحہ ۲۰۴ حصۂ اول)، ۰ درجہ کے بجائے ۰٫۰۰۷۴ درجہ پر

دباؤ کی اوسط قیمت د = ۷۶۲٫۴۸

تپشِ مطلق کی اوسط قیمت ت = ۲۷۸٫۳

بنا بریں م = $\frac{۲ ت^۲ فر د}{د فر ت}$

$= \frac{۲(۲۷۸٫۳)^۲ \times ۱٫۵۴۴}{۰٫۵۵۸ \times ۴۸٫۲۷}$

= ۸۵۲۰ حرارے

اِس حرارتِ تبخیر کی تجربی قیمت ۸۴۲۰ حرارے ہے۔ پس حسابی عمل اور تجربے کے نتائج میں اچھی مطابقت ہے اور جو کچھ بھی اختلاف پایا جاتا ہے تجربی خطاء سے زائد نہیں ہے۔

مساوات[1] (۵) صرف مایع اور گیسی ہیئتوں یعنی تبخیر کے لیے ہی صحیح نہیں ہے بلکہ یہ ہیئتوں کے ہر ایک جفت مثلاً ٹھوس اور مایع یا دو ٹھوس ہیئتوں جیسے گندک کی مختلف قلمی اصناف کے درمیانی تعادل کے متعلق بھی صحیح ہے۔ ذیل کی شکل

$$فر ت_ا = \frac{ت (ح - ح_ا)}{جو م} فر د \quad .... \quad (۸)$$

میں یہ مساوات تعادل کی تپش پر، دباؤ کے اثر کی تخمین کے لیے مفید ہے۔ ح، حا اور م یا تو سالمی مقادیر کے حوالہ سے یا شئے زیرِ بحث کے اکائی وزن کے حوالہ سے درج کی جا سکتی ہیں کیونکہ مساواتِ بالا کی دائیں جانب سالمی جزوِ ضربی کٹ جاتا ہے۔ اگر ہم اس استحالہ پر غور کریں جو شئے زیرِ بحث کو حرارت پہنچانے سے وقوع پذیر ہوتا ہے تو م ایک مثبت مقدار ہوتی ہے اور جو، ت بھی لازماً مثبت ہیں۔ بنا بریں ح ـ حا کے مثبت یا منفی ہونے کے مطابق فر د کی علامت فر ت کی علامت کے موافق یا مخالف ہوگی۔ بالفاظِ دیگر اگر کوئی شئے حرارت سے مستحیل ہونے میں پھیلتی ہے تو

[1] Clapeyron's equation

فر د اور فر ت کی علامتیں یکساں ہونگی، برعکس اس کے اگر وہ شے سکڑتی ہے تو فر د اور فر ت کی علامتیں متضاد ہونگی۔ اول الذکر حالت میں نقطۂ مرور دباؤ کی زیادتی سے بلند ہوگا اور ثانی الذکر حالت میں پست ہوگا۔ رومبک یا معین نما گندک (Rhombic sulphur) پگھلتے ہوئے پھیلتی ہے۔ اس لیے ح - ح مثبت ہے اور معین نما گندک کا نقطۂ اماعت دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ معہذا "رومبک گندک" مونوکلینک (یعنی یک میلی گندک) میں تبدیل ہوتے ہوئے پھیلتی ہے، اس لیے نقطۂ مرور دباؤ سے بلند ہوتا ہے۔ برعکس اس کے، پانی کا حجم بہ نسبت اس یخ کے حجم کے جس کی اماعت سے یہ حاصل ہوتا ہے، کم ہوتا ہے پس ح - ح منفی ہے اور دباؤ کی زیادتی سے یخ کا نقطۂ اماعت پست ہوتا ہے۔

عددی مثال کے طور پر، ہم مساوات (۸) کی وساطت سے، یخ کے نقطۂ اماعت پر ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی کا اثر محسوب کرتے ہیں۔ ۰° م پر پانی کا ایک مکعب سمر، یخ کے ۰۹؍۱ مکعب سمر سے حاصل ہوتا ہے، پس اماعت سے، فی گرام پانی ۰۹؍۰ مکعب سمر تغیر حجم واقع ہوتا ہے۔ اماعت کی مخفی حرارت فی گرام پانی ۸۰ حرارے ہے اور اماعت کی تپش ت = ۲۷۳

بناء بریں جب فر د = ۱ کرۂ ہوائی = ۱۰۳۳ گرام فی مربع سمر تو

$$\text{فر ت} = \frac{\text{ت} (\text{ح} - \text{ح}_1)}{\text{جو م}} \text{فر د}$$

$$= \frac{1033 \times (-0.09) \times 273}{80 \times 42680}$$

$$= -0.0074$$

یعنی یخ کا نقطۂ اماعت، ایک کرۂ ہوائی دباؤ کی زیادتی سے ۰۰۷۴؍۰° م پست ہو جاتا ہے۔ دباؤ کی اتنی ہی کمی سے نقطۂ اماعت اسی قدر بلند ہوتا ہے۔ اس لیے یخ جو ایک کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت صفر درجۂ مئی پر پگھلتا ہے خود اپنے بخار کے دباؤ کے تحت ۰۰۷۴؍۰° م پر پگھلتا ہے، بناء بریں نقطۂ ثلاثی (صفحہ ۲۴ حصۂ اول) ۰° م کے بجائے ۰۰۷۴؍۰° م پر

واقع ہے۔

مائعے محلول

جب کوئی چیز کسی مائع میں حل کی جاتی ہے تو عام حالات کے تحت، یہ عمل متعاکس نہیں ہوتا کیونکہ بالعموم انحلال کے دوران میں حالت تعادل کے قریب نہیں ہوتی۔ لیکن بعض حالتوں میں، اس عمل کو متعاکس بنانا ممکن ہے۔ مثلاً جب کسی غیر فرار مائع میں کوئی گیس حل ہو رہی ہو تو یہ عمل حسب ذیل انداز سے متعاکس بنایا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کہ گیس اور مائع اس تناسب سے لیے گئے ہیں کہ تجربہ کی مستقل تپش اور دباؤ کے تحت گیس مائع میں ٹھیک حل ہو جاتی ہے۔ فرض کرو کہ مائع اور گیس، ایک حرکت پذیر ہوا بند فشارہ والے استوانہ میں بند ہیں اور شروع میں، ایک حجاب مائع اور گیس کو علیحدہ کیے ہوئے ہے۔ حجاب کو ہٹائے بغیر دباؤ کی بتدریج کمی سے گیس کو اس انداز سے پھیلاؤ کہ گیس کی حالت پھیلتے ہوئے کسی لمحہ پر حالت تعادل سے چنداں مختلف نہ ہونے پائے۔ کلیہ ہنری کے مطابق کسی مائع میں حل شدہ گیس کی مقدار، گیس کے دباؤ کے متناسب ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ گیس کو یہاں تک پھیلایا جاتا ہے کہ دباؤ بہت ہی کم رہ جاتا ہے اور یہ حجاب حاجز کے ہٹانے پر بھی مائع میں حل نہیں ہوتی۔ فرض کرو کہ حجاب حاجز کے ہٹانے کے بعد، گیس کے اوپر دباؤ غیر محسوس مدارج سے بڑھایا جاتا ہے۔ اس طور پر کسی وقت بھی نظام کی حالت، تعادل سے چنداں مختلف نہیں ہوتی اور دباؤ بتدریج بڑھایا جاسکتا ہے یہاں تک کہ دباؤ د پر کل گیس حل ہو جاتی ہے۔ پس اگر یہ عمل مصرحۂ بالا طریقہ پر کیا جائے تو مائع میں گیس کے حل ہونے کا عمل، ایک متعاکس دور کا جزو بنایا جاسکتا ہے۔

کسی مائع میں ایک غیر فرار شئے کے محلول کا ارتکاز، محلول کو تحلّل کے ساتھ تعادلی حالات کے تحت مس کرانے، اور پھر ارتکاز یا تلطیف کے

عمل کی تعیین کرنے والے حالات میں ایک لانہایت قلیل تغیر پیدا کرنے سے متعاکس طریقہ پر تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ صاف ظاہر ہے کہ ہم محلول کو مایع محلل کے ساتھ براہِ راست مس نہیں کراسکتے خواہ براہ راست ملانے سے یا حل شدہ شے کو محلل کی ایک تازہ مقدار میں بتدریج نفوذ کرانے سے جیسا کہ تجربۂ مندرجہ صفحہ (۲۲۴ حصہ اول) میں بیان کیا گیا ہے کیونکہ کسی وقت بھی حالات کا قلیل تغیر عمل کو معکوس سمت میں جاری نہیں کراسکتا یعنی محلول کو ایک زیادہ مرتکز محلول اور محلل میں جدا نہیں کر سکتا۔ لیکن اگر محلل ٹھوس یا بخار کی شکل میں ہو تو ضبطیت یا ارتکاز متعاکس ہوسکتا ہے۔ فرض کرو کہ تجربہ کی مستقل تپش پر محلول اپنے سیر شدہ بخار کے ساتھ موجود ہے۔ بیرونی دباؤ کی زیادتی سے، خواہ وہ کتنی ہی قلیل ہو، بخار کا کچھ حصہ بستہ ہوجائیگا یعنی محلول ہلکا ہوجائیگا۔ برعکس اس کے بیرونی دباؤ کی ادنیٰ کمی سے محلل کا کچھ حصہ بخار بن جائیگا یعنی محلول مرتکز ہوجائیگا۔ علیٰ ہذا اگر محلول اور ٹھوس محلل کے درمیان تعادل کی صورت پیدا ہو تو تپش کی بہت قلیل بلندی سے ٹھوس محلل کی جزئی اماعت وقوع پذیر ہوگی۔ اور محلول ہلکا ہوجائیگا۔ برعکس اس کے تپش کی ایسی ہی قلیل پستی سے ٹھوس محلل کی جزئی علٰحدگی واقع ہوگی اور محلول مرتکز ہوجائیگا۔

محلول کو خالص محلل کے ساتھ تعادلی حالات کے تحت مس کرانے کا ایک اور طریقہ یہ ہے کہ ایک ایسا دیافرغمہ استعمال کیا جائے جو محلل کے لیے قابلِ نفوذ ہو لیکن محلّل کے لیے قابلِ نفوذ نہ ہو۔ اگر محلول ایک نیم قابلِ نفوذ جھلی اور حرکت پذیر فشارہ والے اسطوانہ میں بند ہو تو اس کے اور مایع محلل کے درمیان دیافرغمہ کے آر پار، تعادل کی صورت اس وقت پیدا ہوگی جب کہ فشارہ پر ایک معین دباؤ۔ ولوجی دباؤ (Osmotic pressure) عامل ہوگا۔ اگر فشارہ پر دباؤ کی مقدار باندازِ قلیل بڑھائی جائے تو محلل نیم قابلِ نفوذ جھلی میں سے باہر کی طرف بہ جائیگا اور محلول زیادہ مرتکز ہوجائیگا۔ برعکس اس کے اگر فشارہ پر دباؤ کم کیا جائے تو محلل جھلی میں سے اندر کی طرف بہ آئیگا اور محلول زیادہ ہلکا ہوجائیگا۔

بناءبریں کسی محلول کے ارتکاز کو متغیر کرنے کے یہ تمام طریقے، عملوں کے متعاکس دوروں میں شامل کیے جاسکتے ہیں اور ہم آگے چل کر دیکھینگے کہ محلول میں سے

محلل کا ایک حصہ ایک قاعدہ کے مطابق علیحدہ کرنے سے اور پھر اسے کسی دوسرے قاعدے کے مطابق محلول میں شامل کرنے سے اہم نظری اور عملی نتائج حاصل ہو سکتے ہیں۔

سب سے پہلے، ہم ایک ایسے دور پر غور کرتے ہیں جس میں کوئی گیس کسی غیر فرار مایع میں، متعاکس عمل مندرجہ صفحہ (۳۲۶) کے مطابق حل کی جاتی ہے اور بعد ازاں نیم قابل نفوذ جھلیوں کے ذریعہ سے نظام اپنی اصلی حالت پر لایا جاتا ہے۔ ابتداءً ہم، دباؤ د کے تحت گیس کا حجم ح اور مایع کا ایک ایسا حجم ح لیتے ہیں جو اس دباؤ کے تحت گیس کو حل کرنے کے لیے ٹھیک کافی ہے۔ اب ہم اس کام (مثبت یا منفی) کی مقدار معلوم کرنا چاہتے ہیں جو گیس کو مستقل تپش پر متعاکس طریقہ سے محلولی حالت میں لانے کے لیے کیا جانا چاہیے۔ شروع میں، مایع کی سطح پر ایک حجاب استعمال کر کے، مایع کو گیس کے ساتھ مس کرنے سے روکا جاتا ہے۔ اگر اس اسطوانہ کی، جس میں مایع اور گیس بند ہیں، اکائی تراشش ہو اور فشارہ کا ابتدائی فاصلہ، سطح مایع سے لا ہو تو اس حالت میں لا = ح۔ جب یہ فاصلہ (لا) ہوتا ہے تو دباؤ د، مساوات $د = \frac{د ح}{لا}$ کے مطابق ہوتا ہے اور جو کام کہ گیس اس قدر پھیلنے میں کرتی ہے وہ ذیل کے جملہ

$$د ح \int_{ح}^{لا} \frac{فرلا}{لا} = د ح لوک_و \frac{لا}{ح}$$

سے ظاہر کیا جاتا ہے بشرطیکہ لا، ح کا ایک بہت بڑا ضعف ہو۔ اب حجاب ہٹا لیا جاتا ہے اور گیس پر دباؤ بڑھایا جاتا ہے کیسی معین موقع لا میں، فشارہ پر دباؤ بہ نسبت سابق اب کمتر ہوتا ہے کیونکہ اس گیس کا جو کہ پہلے فضا لا میں محدود تھی کچھ حصہ اب حل ہو گیا ہے۔ اگر محلولیت حد ہو (صفحہ ۳۳۶) تو وہ حجم جس میں گیس اب سما سکتی ہے لا: لا + حد ح کی

نسبت سے بڑھ جاتا ہے، اِس لیے اب مقام لا پر دباؤ

$$\text{د} = \frac{\text{د ج.}}{\text{لا} + \text{حہ ج}}$$

کے مساوی ہوتا ہے اور اِس کام کی مقدار، جو کہ پچکاؤ کے دَوران میں کیا جانا چاہیے، ذیل کے جملہ

$$\text{د ج.} \int_{\text{ب}}^{\text{لا}} \frac{\text{ف لا}}{\text{لا} + \text{حہ ج}} = \text{د ج. لوک}_{\text{و}} \frac{\text{لا} + \text{حہ ج}}{\text{حہ ج}}$$

کے مطابق ہوتی ہے۔ پس بحیثیتِ مجموعی، جو کام اِس دوہرے عمل میں نظام کے اوپر کیا جاتا ہے،

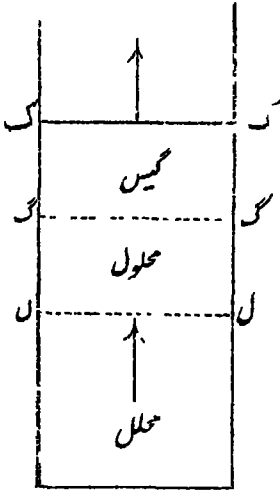
$$\text{د ج.} \left\{ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{لا} + \text{حہ ج}}{\text{حہ ج}} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{لا}}{\text{ج.}} \right\}$$

یعنی

$$\text{د ج.} \left\{ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{لا} + \text{حہ ج}}{\text{لا}} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حہ ج}}{\text{ج.}} \right\}$$

کے مساوی ہے۔ دوسرے جملہ میں خطوط ہلالی کے اندر کی مقدار بآسانی صفر کے مساوی ثابت کی جا سکتی ہے۔ چونکہ لا، لا نہایت بڑا ہے اس لیے $\frac{\text{لا} + \text{حہ ج}}{\text{لا}} = 1$ ہے نیز چونکہ ہمارے مفروضہ کے مطابق، مایع کی مقدار گیس کو صرف ٹھیک حل کرنے کے لیے کافی ہے اِس لیے $\text{حہ ج} = \text{ج.}$ - بنابریں ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ جب کوئی گیس کسی مایع میں، متعاکس طریقہ پر حل کی جاتی ہے تو کام کا نہ تو نقصان ہوتا ہے نہ فائدہ۔

اب گیس محلول میں سے علیحدہ کی جا سکتی ہے اور متعاکس طریقہ پر،

نیم قابلِ نفوذ جھلیوں کی مناسب ترتیب کے ذریعہ سے، اپنی اصلی حالت تک لائی جاسکتی ہے۔ جھلیوں کی ترتیب شکل ۶۶ میں دکھائی گئی ہے۔ ایک جھلّی گ گ، جو گیس کے لیے قابلِ نفوذ ہے، لیکن مایع کے لیے نہیں ہے، مایع کی سطح پر استعمال کی گئی ہے، جہاں کہ عمل کے آغاز پر فشارہ ک ک واقع ہوتا ہے۔ ایک اور جھلّی ل ل، جو مایع کے لیے قابلِ نفوذ اور گیس کے لیے ناقابلِ نفوذ ہے، اسطوانہ کی تہ پر فشارہ کے بجائے استعمال کی گئی ہے اور اس کے نیچے خالص محلل ہے۔ دونوں فشاروں کی موزوں متناسب حرکات سے ک ک کو

ک ک
گیس
گ گ
محلول
ل ل
محلل

شکل ۶۶

ح سنتی میٹر اور ل ل کو ح سنتی میٹر بلند کرنے سے گیس خارج کی جاسکتی ہے، درانحالیکہ گیس کا دباؤ مستقل قیمت د پر اور باقی ماندہ محلول کا ارتکاز ایک مستقل قیمت پر یعنی ایک مستقل ولوجی دباؤ **د** پر قائم رہتا ہے۔ جب اخراج مکمل ہوجاتا ہے یعنی جب دونوں نیم قابلِ نفوذ جھلیاں ایک دوسری سے مل جاتی ہیں، تو نچلے فشارہ پر **د**ح کام کیا جاتا ہے اور گیس بالائی فشارہ کو اوپر اٹھانے میں د ح کام کرتی ہے۔

نظام اب اپنی اصلی حالت میں ہے اور تمام اعمال متعاکس طریقہ پر وقوع پذیر ہوئے ہیں۔ بنابریں ایک متعاکس دور مکمل ہوچکا ہے اور اس پر مساوات

$$م - \bar{م} = \frac{\bar{تا} - تا}{\bar{ت}} م$$

کا اطلاق، ہوسکتا ہے۔تپش تمامتر مستقل رہتی ہے یعنی ت۔ ت = ۰ اور م۔ مَ = ۰، جیسا کہ تمام متعاکس ہم تپشی دوران میں ہوتا ہے۔چونکہ حرارت کام میں مطلقاً تبدیل نہیں ہوئی، اور نہ کام حرارت میں متبدل ہوا ہے، اس لیے بحیثیتِ مجموعی وہ کام جو کہ نظام کے اوپر کیا گیا ہے، اُس کام کے مساوی ہے جو خود نظام نے کیا ہے۔ہم اوپر ثابت کر چکے ہیں کہ پہلے مرحلہ میں کام کا نقصان یا فائدہ کچھ نہیں ہوتا ہے، اس لیے دوسرے مرحلہ کے لیے لازماً

د ح = دَ ح

ہونا چاہیے۔اگر اس مقدارِ گیس کا حجم، جس کا حجم دباؤ د کے تحت ح ہے ح کر دیا جائے تو اس کے دباؤ کی ایک نئی قیمت دَ ہوجائیگی اور کلیۂ بائل کے مطابق دِ ح = دَ ح ہوگا۔ اِس مساوات کا، مساواتِ بالا کے ساتھ مقابلہ کرنے سے، ہمیں د ح = دَ ح یعنی د = دَ حاصل ہوتا ہے۔ بالفاظِ دیگر محلول میں کسی گیس کا ولوجی دباؤ اُس گیسی دباؤ کے مساوی ہوتا ہے جو کہ وہ گیس، محلّل کی عدم موجودگی میں، اُسی تپش پر حجم محلول کے مساوی حجم رکھتے ہوئے ڈال سکتی ہے۔ یہ نتیجہ اُس حساب کے مطابق ہے جو تجرباتی مقدرات پر مبنی اور صفحہ ۲۵۷ پر مندرج ہے۔

نتیجۂ بالا صرف تصوری اشیاء اور بہت ہلکے محلولات کے لیے صحیح ہے کیونکہ اس کے استنباط میں ہم نے فرض کیا ہے کہ گیس ایک کامل گیس ہے جو کلیاتِ بائل اور ھنری کی پوری طور پر تابع ہے اور محلول کا حجم مُشتملہ محلّل کے حجم کے عین مساوی ہے۔موخر الذکر مفروضہ صرف اُسی حالت میں جائز ہوسکتا ہے جب کہ محلول کی تلطیف لا نہایت زیادہ ہو۔علاوہ ازیں محلّل بھی غیر فرّار فرض کیا گیا تھا (اگرچہ مندرجۂ بالا ثبوت فرّار محلّلات پر بھی عائد کیا جا سکتا ہے) اور متعاکس اعمال، بجائے خود، خالص تصوری اعمال ہیں۔ اِن تمام مفروضات کے باوجود، حاصل شدہ نتیجہ عملی اہمیت رکھتا ہے اور

معمولی حالات کے تحت جملہ ہلکے محلولات کے لیے تقریبی طور پر صحیح ہے۔

اب ہم ایک ایسے ہم تپشی متعاکس دور پر غور کرتے ہیں جو ایک فرّار محلّل میں غیر فرّار منحل کے محلول کے ساتھ عمل میں لایا جاتا ہے۔ فرض کرو کہ محلول کے وجود میں، محلل کے و گراموں میں منحل کے ن گرام سالمے حل ہیں، اور جملہ اعمال کی مستقل تپش، پیمانہ مطلق پر ت ہے۔ اب فرض کرو کہ ایک فشارہ اور ایک ایسے دیافرغمہ کے ذریعہ سے جو صرف محلّل کے لیے قابل نفوذ ہے، محلّل کی اتنی مقدار نکال لی جاتی ہے جس میں بحالت محلول، منحل کا ایک گرام سالمہ حل تھا۔ یہ مقدار و/ن گرام ہے لیکن محلول کی کل مقدار اس قدر زیادہ فرض کی گئی ہے کہ محلّل کی اس مقدار کی علٰحدگی سے ارتکاز پر کوئی محسوس اثر نہیں پڑتا اور اس طور سے اس عمل کے دوران میں ولوجی دباؤ مستقل رہتا ہے۔ چونکہ محلول کے حجم میں تغیر گرام سالمی حجم ہے، اس لیے محلّل کے علٰحدہ کرنے میں جو کام نظام پر کیا گیا ہے، وہ اس حجم اور ولوجی دباؤ کا حاصل ضرب ہے اور اگر حل شدہ اشیاء پر گیسی کلیات کا اطلاق ہوتا ہے تو یہ کام ر ت کے مساوی ہے۔ مایع محلل کی یہ مقدار، اب متعاکس طریقہ پر، مایع کے بخاری دباؤ کے تحت پھیلا کر، بخار میں تبدیل کی جاتی ہے۔ فرض کرو کہ مایع کا بخاری دباؤ ف ہے اور محلول کا بخاری دباؤ، اس سے کم، فَ ہے۔ اب فرض کرو کہ بخاری محلّل متعاکس طریقہ پر پھیلتا ہے یہاں تک کہ اس کا دباؤ اس قیمت تک کم ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں گیسی محلل، محلول کے ساتھ متعادل اور اس کے ساتھ مس کیا جا سکتا اور دباؤ فَ کے تحت میں متعاکس طور پر متکثف کیا جا سکتا ہے حتیٰ کہ کل نظام اپنی ابتدائی حالت پر عود کر آتا ہے۔ اب ہم اس کام کی مقدار پر غور کرتے ہیں جو پھیلاؤ اور پچکاؤ میں ہوا ہے۔ جو کام نظام نے دباؤ ف کے تحت مایع سے بخار تک پھیلتے ہوئے کیا ہے وہ اس کام کے مساوی ہے جو مستقل دباؤ فَ کے تحت، گیس کو مایع کی حالت تک متکثف کرنے میں نظام پر کیا گیا ہے۔ اس لیے کہ اگر ہم مایع کے

حجم کو نظر انداز کریں تو اس کام کی مقدار، ہر دو حالت میں، گرام سالمہ کے لیے ر ت ہے (دیکھو صفحہ ۲۳۲)۔ اب صرف وہ کام باقی رہ گیا ہے جو گیس ف سے فَ تک پھیلتے ہوئے کرتی ہے۔ ہم تپشی پھیلاؤ کی حالت میں، گیس کے ہر گرام سالمہ کے لیے، کام کی مقدار ر ت $\frac{\text{فرا ح}}{\text{ح}}$ ہے (ملاحظہ ہو مساوات (۱۱) صفحہ ۲۲۹) کسی بھی گیس کے لیے چونکہ د ح = ایک مستقل اس لیے د فرا ح + ح فرا د = ۰ لہذا

$$\frac{\text{فرا ح}}{\text{ح}} = -\frac{\text{فرا د}}{\text{د}}$$

پس گیس کے پھیلاؤ میں، جو کام کیا گیا ہے، اس کی مقدار۔ ر ت $\frac{\text{فرا د}}{\text{د}}$ یعنی۔ ر ت $\frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}$ فی گرام سالمہ ہے بشرطیکہ ف اور فَ کا اختلاف بہت قلیل ہو۔ بنا بریں، محلل کی مقدار زیر بحث کے لیے، اس کام کی مقدار

$\frac{\text{و}}{\text{س ن}} \times$ ر ت. $\frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}$ ہے جب کہ س گیسی حالت میں محلل کا سالمی وزن ہے۔ چونکہ کل دور میں، نہ تو حرارت کام میں تبدیل ہوتی ہے اور نہ کام حرارت میں، اس لیے جو کام کہ نظام کرتا ہے، عدداً اس کام کے مساوی ہونا چاہیے جو محلل کے ولوجی اخراج میں نظام کے اوپر کیا جاتا ہے، یعنی

$$\text{ر ت} = \frac{\text{و}}{\text{س ن}} \times \text{ر ت}. \frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}$$

$$\frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}} = \frac{\text{س ن}}{\text{و}}$$

جو بعینہ وہی نتیجہ ہے جو بہت ہلکے محلولات کے لیے، حسابی عمل مندرجہ صفحہ ۲۶۹ کے ذریعہ سے حاصل ہوا تھا۔ اس طرح ہم ولوجی دباؤ اور حل شدہ اشیاء کے باعث مایعات کے بخاری دباؤ کی کمی کے درمیان جو تعلق ہے اس کا راست حرحرکیاتی ثبوت پیش کر سکتے ہیں۔

اگر محلول زیرِ بحث بہت ہلکا نہ ہو تو ہم $\frac{\text{فـ د}}{\text{د}}$ کے بجائے $\frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}$ نہیں لکھ سکتے۔ زیادہ ارتکاز کے لیے یہ جملہ تکمل کیا جاتا ہے اور اس طور پر لوک$_{\text{و}}$ $\frac{\text{د}}{\text{دَ}}$ حاصل ہوتا ہے۔ پھر سابقہ استدلال سے

$$\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ف}}{\text{فَ}} = \frac{\text{س ن}}{\text{و}}$$

ثابت کیا جا سکتا ہے۔ یہ جملہ ہر ارتکاز کے تمام اُن محلولات کے لیے صحیح ہے، جن میں مایع کا مجموعی حجم، محلول میں سے محلل کی زیرِ بحث مقدار اضافہ یا خارج کرنے سے، متغیر نہیں ہونے پاتا۔ اگر یہ شرط پوری نہ ہوتی ہو تو نتیجہ صرف تقریبی طور پر صحیح ہوتا ہے کیونکہ اس تعلق کے استنباط میں ہم نے فرض کیا تھا کہ وہ کام، جو علٰحدہ کیا ہُوا مایع محلل کے مستقل گیسی دباؤ کے تحت پھیلتے ہوئے کرتا ہے، اُس کام کے مساوی ہے جو محلول کے مستقل بخاری دباؤ کے تحت بخارات اُسے بستہ کرنے میں کیا جاتا ہے۔ یہ فرضیہ صرف اُسی حالت میں صحیح ہے کہ مایع کا حجم، محلول کے ساتھ محلل کی متعاکس آمیزش سے پہلے اور بعد ایک ہی ہو۔

لوکارثمی اور معمولی جملہ کے درمیان جو تعلق ہے، وہ لوکارثمی جملہ کو بطریق ذیل لکھنے سے حاصل ہو سکتا ہے:۔

$$\text{لوک}_{\text{و}}\left(1 + \frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}\right)$$

اگر مندرجۂ بالا لوکارثم کو پھیلایا جائے تو پھیلاؤ کی پہلی رقم $\frac{\text{ف - فَ}}{\text{فَ}}$ ہے جو کہ معمولی جملہ سے بالکل ملتی ہے۔

محلل کے بخاری دباؤ کی پستی کا ضابطہ حاصل کر لینے کے بعد ہم اب **نقطۂ جوش کی متناظر بلندی** کے متعلق ضابطہ مستنبط کر سکتے ہیں۔ مساوات (۶) سے کسی محلل کے بخاری دباؤ اور تپش کے ملحقہ تغیرات کے اظہار کے لیے، ذیل کا جملہ حاصل ہوتا ہے:۔

$$\frac{\text{فـ د}}{\text{د}} = \frac{\text{م}}{\text{۲ ت}^{\text{۲}}}\,\text{فـ ت}$$

اب ایک ایسے محلول پر غور کرو جس میں محلل کے و گراموں میں منحل کے ن گرام سالمے ہیں۔ فرض کرو کہ اِس محلول کا بخاری دباؤ تپش ت + فرت پر د ہے جب کہ ت تپش پر محلل کا بخاری دباؤ یہی ہے۔ تپش ت + فرت پر محلل کا دباؤ د + فرد ہوگا۔ اِس لیے $\frac{\text{فرد}}{\text{د + فرد}}$ محلل کے بخاری دباؤ کی پستی ہے لیکن چونکہ د کے مقابلہ میں فرد بہت قلیل ہے، اِس لیے ہم $\frac{\text{فرد}}{\text{د + فرد}}$ کے بجائے پستی کے لیے $\frac{\text{فرد}}{\text{د}}$ لکھ سکتے ہیں۔ بیانِ بالا میں ہم ثابت کر چکے ہیں کہ یہ پستی $\frac{\text{س ن}}{\text{و}}$ کے مساوی ہے اِس لیے

$$\frac{\text{س ن}}{\text{و}} = \frac{\text{م}}{\text{۲ ت}^{2}}\ \text{فرت}$$

یہاں م، محلل کے گرام سالمہ کی مخفی حرارت ہے اور س محلل کا سالمی وزن ہے (دونوں سالمی مقادیر گیسی حالت سے متعلق ہیں) اِس لیے $\frac{\text{م}}{\text{س}}$ = مَ جہاں مَ سے مُراد فی گرام تبخیر کی مخفی حرارت ہے۔ اِس طرح ہمیں ذیل کی مساواتیں حاصل ہوتی ہیں:۔

$$\frac{\text{ن}}{\text{و}} = \frac{\text{مَ}}{\text{۲ ت}^{2}}\ \text{فرت}$$

$$\text{فرت} = \frac{\text{۲ ت}^{2}}{\text{مَ}} \times \frac{\text{ن}}{\text{و}}$$

ت + فرت ۔ ت = فرت محلل کے نقطۂ جوش کی بلندی ہے جو اِس میں حل شدہ شے کے باعث واقع ہوئی۔ یہ بلندی محلل کے نقطۂ جوش، اس کی تبخیر کی مخفی حرارت، اور محلول کے ارتکاز کی رقموں میں ظاہر کی گئی ہے۔ شے کا ایک گرام سالمہ محلل کے ایک گرام میں حل ہونے سے نقطۂ جوش میں جو بلندی واقع ہوتی ہے نقطۂ جوش کے ارتفاع کا مستقل کہلاتی ہے (صفحہ ۲۹۵)۔
اِس ارتکاز کی حالت میں ن = ۱ اور و = ۱، پس ارتفاع کا

مستقل = $\frac{۲ ت^{۲}}{م}$ -

چونکہ نقطۂ جوش اور حرارتِ تبخیر دونوں اُس دباؤ کے ساتھ متغیر ہوتے ہیں جس کے تحت کھولاؤ واقع ہوتا ہے، اِس لیے جب تک دباؤ کی تعیین نہ کی جائے کسی خاص محلل کے لیے کوئی معین مستقل ارتفاع نہیں ہوتا۔ عام اغراض کے لیے، یہ دباؤ طبعی یعنی ایک کرۂ ہوائی دباؤ فرض کیا جاتا ہے۔ اِن خفیف تغیرات کا، جو طبعی دباؤ میں ہمیشہ ہوتے رہتے ہیں، اِس مستقل پر اِس قدر قلیل اثر پڑتا ہے کہ نقطۂ جوش کے طریقہ سے سالمی اوزان کی عملی تخمین کے لیے ہم اِن تغیرات کو نظر انداز کرسکتے ہیں۔ حسابی سالمی بلندی اور اِس کی تجربی قیمت کے باہمی توافق کی مثال کے طور پر ہم عام محلل "ایتھر" (Ether) کو لیتے ہیں۔ اِس کا نقطۂ جوش ۳۵° م ہے، اِس لیے ت = ۳۰۸، اِس تپش پر حرارتِ تبخیر فی گرام ۹۰ ہے۔ بنا بریں جملہ $\frac{۲ ت^{۲}}{م}$ کی قیمت ۲۱۱۰ ہے۔ اوسط درجہ کے ہلکے ایتھری محلولوں میں، ۹ مختلف اشیاء سے متعلق اوسط سالمی بلندی ۲۱۳۰ مشاہدہ ہوئی ہے۔ انتہائی قیمتیں ۲۰۰۰ اور ۲۱۸۰ تھیں۔

نقطۂ انجماد کی سالمی پستی کے جملہ کی شکل بھی ایسی ہی ہے۔

یہ جملہ متعاکس دور کے ذریعہ سے حسب ذیل طریقہ پر مستنبط ہوسکتا ہے۔ فرض کرو کہ ایک محلول، جس میں محلل کے و گراموں میں منحل کے ن گرام سالمے ہیں، ایک نیم قابلِ نفوذ سرے اور حرکت پذیر فشارہ والے اسطوانہ میں بند ہے۔ محلول کے نقطۂ انجماد، تا۔ فرتا پر محلل کی اتنی مقدار ($\frac{و}{ن}$ گرام) منجمد ہوکر علیحدہ ہوجاتی ہے جس میں کہ ابتداءً منحل کا ایک گرام سالمہ شامل تھا۔ یہ بھی فرض کیا جاتا ہے کہ محلول کی مقدار اتنی زیادہ ہے کہ محلل کی اس مقدار کے منجمد ہوجانے سے، محلول کے ارتکاز پر چنداں اثر نہیں پڑتا اور اس لیے انجماد کے دوران میں محلول اور ٹھوس محلل کی درمیانی تعادلی تپش متغیر نہیں ہوتی۔ ٹھوس اب محلول سے علیحدہ کرلیا جاتا ہے اور کل نظام کی تپش، محلل کے نقطۂ اماعت تک بلند کی جاتی ہے۔

اس تپش پر ٹھوس محلّل پگھل جاتا ہے۔ دوران اماعت $\frac{\text{و}}{\text{ن}}$ مَ حرارے جذب کرتا ہے، جہاں مَ سے مراد فی گرام اماعت کی مخفی حرارت ہے۔ پگھلا ہوا محلّل اب، نیم قابلِ نفوذ دیافرغمہ میں سے تعادلی حالات کے تحت یعنی اس حالت میں کہ محلول کے اوپر دباؤ، ولوجی دباؤ د، کے مساوی ہوتا ہے، محلول کے ساتھ مَس کیا جاتا ہے۔ فشارہ کو اس مستقل ولوجی دباؤ کے تحت اوپر اٹھانے سے، محلّل دیافرغمہ میں سے گذر کر محلول کے ساتھ متعاکس انداز سے مل جاتا ہے اور مثلِ سابق ارتکاز غیر متغیر رہتا ہے۔ فشارہ پر جو کام کیا جاتا ہے اُس کی مقدار مستقل ولوجی دباؤ د اور حجم ح کے حاصل ضرب کے مساوی ہے جس میں محلّل کا ایک گرام سالمہ شامل ہوتا ہے۔ ولوجی دباؤ کے نظریہ کے مطابق، کام کی یہ مقدار ر ت، یا اگر ہم گیسی مستقل کو حرارتی اکائیوں میں ظاہر کریں تو تقریبی طور پر ۲ ت کے مساوی ہے۔ دَور کی تکمیل کے لیے آمیزش کے بعد نظام ابتدائی تپش ت۔ فرت تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے۔ اگر محلول بہت زیادہ ہلکا ہو تو نقطۂ انجماد کی پستی فرت نہایت درجہ قلیل ہوگی، بناء بریں وہ مقدارِ حرارت جو نظام کو اس نہایت ہی قلیل تپش تک گرم یا ٹھنڈا کرنے میں جذب یا خارج ہوتی ہے، بمقابلہ معیّن مقدارِ حرارت $\frac{\text{و}}{\text{ن}}$ مَ، جو محلّل کی اماعت پر جذب ہوتی ہے، نظر انداز کی جا سکتی ہے۔ پس متعاکس دَور میں، بلند تر تپش ت پر مقدارِ حرارت $\frac{\text{و}}{\text{ن}}$ مَ جذب ہوتی ہے اور اس میں سے ایک حصہ $\frac{\text{فرت}}{\text{ت}} \times \frac{\text{و}}{\text{ن}}$ مَ کام میں تبدیل ہوتا ہے۔ لیکن نظام، ولوجی کام کے سوا اور کچھ کام نہیں کرتا کیونکہ انجماد اور اماعت پر حجمی تغیرات کے باعث بیرونی کام کی مقدار لا نہایت قلیل ہوتی ہے۔ بناء بریں

$$\frac{\text{فرت}}{\text{ت}} \times \frac{\text{و}}{\text{ن}} \times \text{مَ} = \text{۲ ت}$$

یعنی

$$\text{فرت} = \frac{\text{۲ ت}^{\text{۲}}}{\text{مَ}} \times \frac{\text{ن}}{\text{و}}$$

جملۂ بالا سے عیاں ہے کہ نقطۂ انجماد کی پستی محلول کے ارتکاز کے متناسب ہوتی ہے۔ اگر ہم ارتکاز ایسا منتخب کریں کہ ن=۱ اور و=۱ ہو یعنی اگر ہم محلل کے ۱ گرام میں ایک گرام سالمہ حل کریں تو سالمی پستی $\frac{۲\,ت^{۲}}{م}$ کے مساوی حاصل ہوتی ہے۔ یہ جملہ بعینہٖ نقطۂ جوش کی سالمی بلندی کا جملہ ہے، فرق صرف اسی قدر ہے کہ یہاں ت سے مراد نقطۂ جوش کے بجائے نقطۂ انجماد ہے اور م تبخیر کی مخفی حرارت کے بجائے اماعت کی مخفی حرارت ہے۔

ذیل کی فہرست سے مختلف محللوں میں سالمی پستی یا انخفاض کی محسوبہ اور مشاہدہ کردہ قیمتوں کا توافق واضح ہوگا:—

محلل	$\frac{۲\,ت^{۲}}{م}$	نقطۂ انجماد کے انخفاض کا مستقل
پانی	۱۸۵۰	۱۸۷۰
فارمک ترشہ	۲۸۴۰ (Formic acid)	۲۷۷۰
ایسیٹک ترشہ	۳۸۸۰ (Acetic acid)	۳۹۰۰
بنزین	۵۱۰۰ (Benzene)	۴۹۰۰
فینول	۷۶۰۰ (Phenol)	۷۴۰۰
نائیٹرو بنزین	۶۹۵۰ (Nitrobenzene)	۷۰۷۰
ایتھی لین ڈائی برومائیڈ	۱۱۹۰۰ (Ethylene-dibromide)	۱۱۸۰۰

برقی اور کیمیائی توانائی

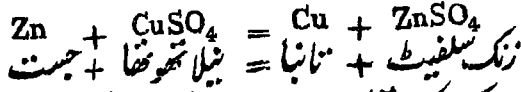
جیسا کہ ہلم ہولٹس (Helmholtz) نے ثابت کیا، برقی خانہ کے کیمیائی عملوں کی توانائی اور ان سے پیدا ہونے والی برقی توانائی کے درمیان ایک رشتہ قائم کیا جاسکتا ہے۔ ایک وقت یہ خیال کیا جاتا تھا کہ تمام وہ توانائی جو معمولی حالات کے تحت کیمیائی تعامل کی حرارت کے طور پر حاصل

ہوتی ہے، برقی توانائی میں تبدیل کی جا سکتی اور برقی رَو کی شکل میں استعمال کی جا سکتی ہے۔ مثلاً اگر اُن اشیاء کے ایک گرام معادل کے لیے، جو خانہ کے اندر کیمیائی عمل میں حصہ لیتی ہیں حرارتی اثر کم ہو تو یہ خیال کیا جاتا تھا کہ ہر ایک گرام معادل کے کیمیائی استحالہ سے، اس حرارتی اثر کے معادل برقی توانائی کی مقدار خانہ سے حاصل کی جا سکتی ہے۔ مثلاً ڈینیل کے خانہ میں، جہاں تعاملی نظام

	Zn	ZnSO₄ محلول	CuSO₄ محلول	Cu
یعنی	جست	زنک سلفیٹ کا محلول	نیلے تھوتھے کا محلول	تانبا

ہے، مجموعی کیمیائی عمل حسبِ ذیل ہوتا ہے:—

$$Zn + CuSO_4 = Cu + ZnSO_4$$

جست + نیلا تھوتھا = تانبا + زنک سلفیٹ

یعنی مورچہ کے ایک قطب پر جست حل ہو جاتا ہے اور دوسرے قطب پر تانبا مطروح ہوتا ہے۔ اس تعامل کا حرارتی اثر، نیلے تھوتھے کی حرارتِ تکوین سے "زنک سلفیٹ" کی حرارتِ تکوین منہا کرنے سے حاصل ہوتا ہے جبکہ ہر دو اعداد دونوں نمکوں کے آبی محلولات سے متعلق ہوتے ہیں (صفحہ ۱۸۹ حصہ اول)۔ اس طور پر فی گرام سالمہ ۲۴۸۵۰۰ - ۱۹۸۳۷۰ = ۵۰۱۳۰ حرارے یا فی گرام معادل ۲۵۰۶۵ حرارے حاصل ہوتے ہیں۔ بالفاظِ دیگر جب "زنک یا جست" کے ۳۲٫۵ گرام، نیلے تھوتھے کے محلول سے تانبے کی ایک معادل مقدار کو ہٹاتے ہیں تو ۲۵۰۶۵ حرارے خارج ہوتے ہیں۔ اب اگر کسی برقی خانے میں یہ ہٹاؤ بالواسطہ برقی رَو کی پیدائش کے ساتھ وقوع پذیر ہوتا ہے تو کلیۂ فیراڈے کے مطابق، حل شدہ جست کے ۳۲٫۵ گرام کے لیے برق کے ۹۶۵۰۰ کولمب حاصل ہوں گے۔ حرارتی اور برقی توانائیوں کی عددی تعدیل، مساواتِ ذیل سے ظاہر کی جاتی ہے:—

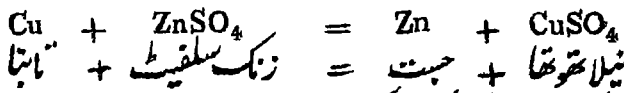
۱ وولٹ کولمب = ۰٫۲۳۹۰ حرارہ

بنا بریں برقی توانائی کی وہ مقدار جو کیمیائی تعامل کی حرارت کے معادل ہے

۲۵.۶۵ ÷ ۹۶۴۹۰ = ۰.۲۳۹ × ۱۰۵۰۰۰ وولٹ کولمب ہے۔ اگر ہم اس عدد کو، حاصل شدہ کولمبوں کی تعداد یعنی ۹۶۵۰۰ پر تقسیم کریں تو ہمیں اس فرضیہ پر کہ تعاملی اشیاء کی کل کیمیائی توانائی، برقی توانائی میں بدل جاتی ہے، اس خانہ کا محرکۂ برق ۱.۰۹ وولٹ حاصل ہوتا ہے۔ تجربی پیمایش سے ڈینیل کے خانہ کا محرکۂ برق ۱.۰۹ سے ۱.۱۰ وولٹ حاصل ہوتا ہے۔ پس اس خانہ کے لیے یہ فرضیہ کہ کیمیائی توانائی بالکلیہ برقی توانائی میں بدل جاتی ہے، تقریباً صحیح ہے۔ متعدد اور خانے بھی معلوم ہیں جن پر اسی قسم کا سادہ حسابی عمل ان کے محرکۂ برق کی تخمین کے لیے عائد کیا جا سکتا ہے۔ لیکن یہ سب خانے ایک خاص صنف کے ہیں، اس لیے ہم اب عملوں کے ایک متعاکس دور کے ذریعہ سے، زیادہ وسیع الاطلاق ضابطہ مستنبط کرتے ہیں۔

ایک ضروری شرط یہ ہے کہ زیر بحث خانہ، ڈینیل کے خانہ کی طرح، کامل طور پر متعاکس یا غیر مقطب صنف کا ہونا چاہیے (صفحہ ۲۲۶) تاکہ اگر اس میں برقی رَو متضاد سمت میں (یعنی خود خانہ کی پیدا کردہ رَو سے مخالف سمت میں) گذاری جائے تو خانہ کا کیمیائی عمل بالکل معکوس ہو جائے۔ مثلاً ڈینیل کا خانہ جب عامل ہوتا ہے تو خانہ کے اندر مثبت رَو جست کے برقیرہ سے تانبے کے برقیرہ تک مثبت روانات کے ساتھ بہتی ہے۔ لیکن اگر کسی بیرونی محرکۂ برق کے استعمال سے رَو تانبے کے قطب سے جست کے قطب کی طرف گذاری جائے تو حسب ذیل کیمیائی عمل وقوع پذیر ہوتا ہے:۔

$$Cu + ZnSO_4 = Zn + CuSO_4$$

تانبا + زنک سلفیٹ = جست + نیلا تھوتھا

یہ عمل، خانہ کے طبعی عمل کے برعکس ہے۔

فرض کرو کہ ایک ایسا خانہ، مستقل تپش ت پر عمل پیرا ہے اور پیدا شدہ برق کی مقدار، ب = ۱ فیراڈے ہے۔ اگر اس خانہ کا محرکۂ برق ق ہو تو اس خانہ سے حاصل شدہ برقی توانائی ق ب ہوگی جو مر یعنی اندرونی توانائی کی کمی کے مساوی یا غیر مساوی ہو سکتی ہے،

معمولی حالات کے تحت م کیمیائی عمل کی حرارت ہوتی ہے۔ اگر یہ فرض کیا جائے کہ حاصل شدہ برقی توانائی، اندرونی توانائی کی کمی کی بہ نسبت کم ہو تو اس خانہ سے بحالتِ عمل، م ـ ق ب مقدارِ حرارت مستقل تپش ت پر خارج ہوگی۔ اب فرض کرو کہ نظام قدرے بلند تپش ت + فرت تک گرم کیا جاتا ہے اور اس مستقل تپش پر مقدارِ برق ب، خانہ میں سے معکوس سمت میں گزاری جاتی ہے۔ اگر تغیرِ حرارت کے باعث، محرکۂ برق بمقدار فرق کم ہوگئی ہو تو کام جو خانہ کے اوپر کیا گیا، بقدر ب (ق ـ فرق) ہوگا اور اس فرضیہ کے مطابق کہ تعامل کی حرارت، تپش کے ساتھ چنداں متغیر نہیں ہوتی، جذب شدہ حرارت کی مقدار م ـ ب (ق ـ فرق) ہوگی۔ اس کے بعد نظام ابتدائی تپش ت تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے اور اس طور پر ہر ایک چیز اپنی اصلی حالت پر آجانے کے بعد ایک متعاکس دور ختم ہو جاتا ہے۔ بحیثیتِ مجموعی نظام نے بیرونی کیمیائی کام ب (ق ـ فرق) ـ ب ق = ـ ب فرق کیا ہے جو کہ پست تر تپش پر خارج شدہ حرارت کی کسر $\frac{\text{فرت}}{\text{ت}}$ کے مساوی ہونا چاہیے۔ چونکہ خارج شدہ حرارت کی مقدار م ـ ب ق ہے، اس لیے مقدارِ حرارت جو کام میں مستقل ہوئی

$$\frac{\text{فرت}}{\text{ت}}\left(\text{م} - \text{ب ق}\right)$$

ہے۔ بنا بریں

$$-\text{ب فرق} = \frac{\text{فرت}}{\text{ت}}\left(\text{م} - \text{ب ق}\right)$$

یا

$$\text{ق} = \frac{\text{م}}{\text{ب}} + \text{ت}\,\frac{\text{فرق}}{\text{فرت}}$$

اس مساوات سے واضح ہے کہ کسی خانہ کے محرکۂ برق کو اس خانہ کے اندرونی کیمیائی عمل کی حرارت سے تخمین کرنے کے لیے، ہمیں تپش کے ساتھ محرکۂ برق کی شرحِ تغیر بھی معلوم ہونی چاہیے۔ اگر محرکۂ برق اختلافِ تپش کے

ساتھ چنداں متغیر نہ ہوتی ہو یعنی اگر $\frac{\text{ف ق}}{\text{ف ت}}$ صفر ہو تو بسیط ضابطہ

$$ق = \frac{ح}{ب}$$

استعمال کیا جاتا ہے۔ ڈینیل کے خانہ کے محرکۂ برق کی تپشی شرح بہت قلیل ہے، بدیں وجہ اس کے لیئے جو نتیجہ بسیط ضابطہ سے حاصل ہوتا ہے وہ تقریباً صحیح ہوتا ہے۔ لیکن زیادہ صحیح ضابطہ کے استعمال سے جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے وہ محرکۂ برق کی واقعی قیمت سے اور زیادہ قریب ہوتا ہے اور اس کی تجربی تصدیق متعدد اور خانوں کے لیے کی جا چکی ہے جن کی تپشی شرح زیادہ ہے۔
اگر ہم جملۂ بالا کو ذیل کی شکل میں لکھیں:۔

$$ب ق - م = ب ت \frac{\text{ف ق}}{\text{ف ت}}$$

تو اس سے صاف ظاہر ہے کہ اگر $\frac{\text{ف ق}}{\text{ف ت}}$ صفر ہے تو برقی توانائی، خانہ کی کیمیائی توانائی کے مساوی ہوتی ہے، اگر تپشی شرح مثبت ہے یعنی محرکۂ برق، ترقیٔ تپش کے ساتھ بڑھتا ہے تو برقی توانائی، کیمیائی توانائی کی بہ نسبت زیادہ ہوتی ہے اور اگر تپشی شرح منفی ہے یعنی محرکۂ برق، ترقیٔ تپش سے کم ہوتا ہے تو برقی توانائی، کیمیائی توانائی کی بہ نسبت کم ہوتی ہے۔ اگر محرکۂ برق کی مثبت تپشی شرح والا کوئی خانہ عمل پیرا ہو تو یہ برقی اور کیمیائی توانائیوں کے اختلاف کی تلافی، ماحول سے حرارت جذب کر کے کریگا یا اگر بیرونی حرارت میسر نہ ہو تو یہ کام کرنے سے ٹھنڈا ہوتا جائیگا۔ ممکن ہے کہ طالب علم اس کو حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی نقیض خیال کرے لیکن یہ بات نگاہ میں رکھنی چاہیے کہ انجمادی آمیزہ کی از خود تبرید کی طرح جو عمل اس موقع پر صورت پذیر ہوتا ہے عملوں کا ایک دور نہیں ہوتا ہے اور جب تک نظام کے اوپر کام نہ کیا جائے یہ اپنی ابتدائی حالت پر عود نہیں کر سکتا۔ کلیۂ دوم ایک ایسے نظام کے وجود کی تردید کرتا ہے جو ایک دَور میں کام کرتے ہوئے اپنے آپ کو از خود متواتر ٹھنڈا کر کے یکساں تپش والے ماحول کے اجسام کی حرارت کو، کام میں بدل سکے۔

مندرجۂ بالا مساوات جو برقی توانائی اور کیمیائی عمل کی حرارتی توانائی میں ربط ظاہر کرتی ہے ایک زیادہ عام رابطہ کی خاص مثال ہے جو گبز، ہلم ہولٹز (Gibbs-Helmholtz equation) کی مساوات کے نام سے مشہور ہے۔

$$\text{۱} - \text{م} = \text{ت} \, \frac{\text{فر ۱}}{\text{فر ت}}$$

اِس مساوات میں ۱ اِس عمل کی توانائی کی اعظم مقدار ہے جو مثل برقی توانائی کام میں تبدیل ہوسکتی ہے۔ اور م اعظم تغیر حرارت ہے یعنی متعلقہ نظام کے عمل سے پہلے اور بعد کی اندرونی توانائیوں کا تفاوت ہے۔ ۱ اِس کی تپشی شرح کی علامت کے لحاظ سے، بہ نسبت م کے بڑا یا چھوٹا ہوسکتا ہے اور یہ دونوں صرف اِس صورت میں مساوی ہوسکتے ہیں جبکہ نظام مطلق صفر تپش پر ہو یا ۱ کی تپشی شرح صفر ہو۔

ارتکازی خانے

کسی نقرئی نمک کے محلول میں ڈوبے ہوئے چاندی کے دو برقیروں کے درمیان برقی رَو گذارنے کے متعلق جو بحث کی گئی تھی، اس سے عیاں ہے کہ اِس نظام میں سے برقی رَو گذارنے سے دونوں برقیروں کے گرد ارتکاز متغیر ہو جاتا ہے۔ ایسا عمل متعاکس طریقہ پر کیا جاسکتا ہے اگر برقیروں کے گرد تغیراتِ ارتکاز نسبتًہ بہت خفیف ہوں۔ اگرچہ برق باشیدہ کی مجموعی مقدار جو منتقل ہوتی ہے بہت بڑی ہوسکتی ہے لیکن برقیروں کے گرد ارتکازی تغیرات، متعاکس طور پر دوسرے طریقوں سے بھی، مثلاً محلل کے متعاکس انجماد یا تبخیر سے یا ایک نیم قابلِ نفوذ جھلی کے استعمال سے پیدا کیے جاسکتے ہیں۔ پس صاف ظاہر ہے کہ ہم، ولوجی کام اور برقی توانائی کے درمیان ایک حرحرکیاتی رشتہ یوں حاصل کرسکتے ہیں کہ پہلے تو ایک نیم قابلِ نفوذ جھلی کے ذریعہ سے ارتکاز متغیر کریں اور پھر ایک برقی رَو گذار کر نظام کو اُس کی اصلی حالت پر لے آئیں۔ اِس حالت میں

ولوجی کام اور برقی توانائی ایک دوسرے کے معادل ہونگے کیونکہ حیلی توانائی اور برقی توانائی کامل طور پر ایک دوسری میں بدلی جاسکتی ہیں۔ پس اگر اول الذکر معلوم ہو تو ثانی الذکر اس سے محسوب کی جاسکتی ہے۔ اگر گیسی کلیات کا اطلاق، ہلکے محلولات پر تسلیم کرلیا جائے تو ولوجی کام بآسانی تخمین کیا جاسکتا ہے اور اس کی وساطت سے برقی توانائی معلوم ہوسکتی ہے جس سے کسی ارتکازی خانہ کا محرکۂ برق مستنبط کیا جاسکتا ہے۔

حسابی شمار کی سہولت کے لیے، ہم یہاں بھی یک گرفتے زیرِرواں اور یک گرفتے زبررواں والے ایک ثنائی برق پاشیدہ مثلاً سلور نائیٹریٹ (Silver nitrate) سے بحث کرینگے۔ فرض کرو کہ اس نمک کے ولوجی دباؤ د اور د+فر والے دو محلول ہیں۔ بنابریں مکعب سمروں کی تعداد جس میں اس نمک کا ایک گرام سالمہ حل ہے، علی الترتیب ح اور ح ۔ فرح سے تعبیر کی جاسکتی ہے۔ اگر ء اور و علی الترتیب مثبت اور منفی رواںات کی انتقالی رفتاریں ہوں تو محلول میں سے ۱ فیراڈے برق کے گذرنے سے لازماً محلولات کی سطحِ انفصال میں سے زیرِرواں کے $\frac{ء}{ء+و}$ گرام سالمے ایک سمت میں اور زبررواں کے $\frac{و}{ء+و}$ گرام سالمے مقابل کی سمت میں گذرینگے۔ چونکہ زبر برقیرہ (اینوڈ) زیرِرواں کے مہیا کرنے کے لیے تحلیل ہوتا ہے تاکہ جو زیرِرواں زبر برقیرہ کے خطہ سے چلا جاتا ہے اس کی تلافی کی جائے اور نیز اس زبررواں کو معدّل کرے جو اس خطہ میں وارد ہوتا ہے اس لیے بحیثیتِ مجموعی، زبر برقیرہ کے خطہ میں نمک کے ارتکاز میں $\frac{و}{ء+و}$ گرام سالمہ کی بیشی ہوگی اور زیر برقیرہ کے خطہ میں اس کے مساوی ارتکاز کی کمی ہوگی۔ بنابریں اس مقدارِ برق کے گزرنے سے زیر برقیرہی خطہ سے $\frac{و}{ء+و}$ گرام سالمے زبر برقیرہی خطہ میں منتقل ہوتے ہیں۔

اب ہم ولوجی کام کی مقدار، اس فرضیہ کے مطابق تخمین کرتے ہیں کہ ابتداءً زبر برقیرہ کے خطہ میں محلول زیادہ مرتکز ہے۔ ولوجی دباؤ د والے زیادہ ہلکے محلول میں سے اس قدر حصہ علیحدہ کرو جس میں نمک کے $\frac{و}{ء+و}$ گرام

سالمات شامل ہوں۔ ایک نیم قابلِ نفوذ جھلی کو مناسب مقام پر رکھنے سے ایسا کیا جا سکتا ہے۔ علیحدہ شدہ حصّہ کو زیادہ مرتکز اس طرح بناؤ کہ اس کا پانی نیم قابلِ نفوذ جھلی میں سے بقیہ محلول میں گذار و حتیٰ کہ علیحدہ شدہ حصّہ میں ولوجی دباؤ کی قیمت د + فرد ہو جائے۔ اس بحث میں ہم یہ فرض کرتے ہیں کہ ابتدائی محلولات کی کل مقدار اتنی زیادہ ہے کہ پانی کی اس مقدار کے اضافہ یا علیحدگی سے، جس میں منحل کے $\frac{و}{و+ ی}$ گرام سالمات موجود ہوں، تلطیف یا ولوجی دباؤ پر کچھ اثر نہیں پڑتا۔ چونکہ ولوجی دباؤ د والے محلول کا درجۂ تلطیف ح ہے اور ولوجی دباؤ د + فرد والے محلول کا درجۂ تلطیف ح - فرح ہے، اس لیے اول الذکر درجۂ تلطیف سے ثانی الذکر درجۂ تلطیف تک نمک کے ایک گرام سالمہ کو مرتکز کرنے کے لیے پانی کے فرح مکعب سمروں کو علیحدہ کرنے کی ضرورت ہوتی۔ بنابریں $\frac{و}{و+ ی}$ گرام سالمات کے ارتکاز کے لیے $\frac{و}{و+ ی}$ × فرح مکعب سمر پانی کو ولوجی جھلی میں سے گذارنا پڑیگا۔ یہ حجم ایک ایسی ولوجی مزاحمت کے خلاف گذارا گیا ہے جو پچکاؤ کے شروع میں صفر ہے اور بتدریج بڑھتے ہوئے خاتمہ پر فرد ہو جاتی ہے پس دباؤ کا اوسط اختلاف ½ فرد ہے۔ بنابریں اس عمل میں ولوجی کام

$$\frac{1}{2}\ فرد\ \frac{و}{و+ ی}\ فرح$$

کیا گیا ہے۔ چونکہ محلول کے علیحدہ شدہ حصّہ کا ولوجی دباؤ اب زیادہ مرتکز زبر برقیری محلول کے دباؤ کے برابر ہے، اس لیے یہ دونوں محلولات آپس میں ملائے جا سکتے ہیں۔ زیادہ ہلکے محلول کو اس کے ابتدائی حجم پر لانے کے لیے اس میں پانی کے $\frac{و}{و+ ی}$ (ح - فرح) مکعب سمر واپس کرنے کی ضرورت ہے۔ پانی کی یہ مقدار نیم قابلِ نفوذ جھلی میں سے گذاری جا سکتی ہے۔ اس جھلی کے دونوں طرف ولوجی دباؤ کا اختلاف، فرد ہے، اور اسی قدر رہتا بھی ہے۔ اس لیے اس عمل میں ولوجی کام

$$فرد\ \frac{و}{و+ ی}\ (ح - فرح)$$

کیا جاتا ہے بحیثیتِ مجموعی اب حل شدہ نمک کے $\frac{و}{د + و}$ گرام سالمات، زیادہ ہلکے محلول سے مرتکز محلول تک حسب ذیل کام کرنے سے منتقل کیے گئے ہیں:۔

$$\tfrac{1}{2}\ فر د \frac{و}{د+و}\ فر ح + فر د \frac{و}{د+و}\ (ح بفہ ح)$$

یعنی $$فر د \frac{و}{د+و}\ (ح - \tfrac{1}{2} فر ح)$$ گرام سنٹی میٹر

چونکہ اختلافِ تلطیف فر ح بمقابلہ ح بہت قلیل ہے، اس لیے کام کی کل مقدار بغیر کسی قابلِ لحاظ خطا کے

$$ل = فر د \frac{و}{د+و}\ ح \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (۹)$$

لکھی جا سکتی ہے۔

اس جملہ کو قابلِ پیمائش مقادیر میں لکھنے کے لیے، ہم گیسی کلیات سے جن کا ہلکے محلولات پر اطلاق ہو سکتا ہے استفادہ کر سکتے ہیں۔ حل شدہ نمک کے ایک گرام سالمہ کے لیے جو کامل طور پر روانی تصور کیا جاتا ہے

$$د ح = ۲ ر ت$$

$$فر د = فر \left(\frac{۲ ر ت}{ح}\right)$$

$$= - \frac{۲ ر ت}{ح^۲}\ فر ح$$

مساوات (۹) میں فر د کی یہ قیمت لکھنے سے، ہمیں

$$ل = - ۲ ر ت \frac{و}{د+و}\ \frac{فر ح}{ح}$$

حاصل ہوتا ہے۔

اگر منحل کا ایک گرام سالمہ برقی طور پر، زیادہ مرتکز محلول سے ہلکے محلول تک

منتقل کیا جائے تو خرچ شدہ برقی توانائی ب فرق ہوگی جس میں فرق (اختلافِ تلطیف فرح کے باعث) وہ محرکۂ برق ہے جس کے خلاف کام کیا جاتا ہے یعنی ارتکازی خانہ کا محرکۂ برق ہے۔ حیلی کام اور برقی توانائی معادل ہیں اس لیے جب ر برقی اکائیوں میں ظاہر کیا جاتا ہے، تو

$$\text{فراق} = -\frac{\text{۲ ر ت}}{\text{ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{و} + \text{ى}} \times \frac{\text{فراح}}{\text{ح}} \quad .... \quad (۱۰)$$

تلطیف کے متناہی اختلافات کے لیے ہم فرض کر سکتے ہیں کہ اسی قسم کے ارتکازی خانوں کی ایک بڑی تعداد سلسلہ وار مرتب کی گئی ہے۔ ان خانوں میں پہلے اور آخری خانہ کے مابین متناہی محرکۂ برق کی قیمت تلطیف کی انتہائی قیمتوں $\text{ح}_۱$ اور $\text{ح}_۲$ کے درمیان تکمل کرنے سے معلوم کی جا سکتی ہے۔ یہ حسب ذیل ہوگی:-

$$\text{ق} = -\frac{\text{۲ ر ت}}{\text{ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{و} + \text{ى}} \times \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ح}_۱}{\text{ح}_۲}$$

اگر ہم جیسا کہ عام طریقہ ہے، تلطیف کی قیمتوں کی نسبت کے بجائے ارتکازات کی مقلوب نسبت $\frac{\text{ثہ}_۲}{\text{ثہ}_۱}$ لکھیں تو ہمیں ذیل کی مساوات

$$\text{ق} = \frac{\text{۲ ر ت}}{\text{ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{و} + \text{ى}} \times \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ثہ}_۱}{\text{ثہ}_۲} \quad .. \quad (۱۱)$$

حاصل ہوتی ہے۔ مستقل مقدار $\frac{\text{۲ ر ت}}{\text{ب}}$ کی ۱۵° م کی متعلقہ قیمت استعمال کرنے اور طبعی لوکارتموں کے بجائے عشری لوکارتم استعمال کرنے سے، ہمیں

$$\text{ق} = \frac{۲٫۳۰ \times ۲۸۸ \times ۸٫۳۱ \times ۲}{۹۶۵۰۰} \times \frac{\text{و}}{\text{و} + \text{ى}} \times \text{لوک}_{۱۰} \frac{\text{ثہ}_۱}{\text{ثہ}_۲}$$

$$= ۰٫۱۱۴ \times \frac{\text{و}}{\text{و} + \text{ى}} \times \text{لوک}_{۱۰} \frac{\text{ثہ}_۱}{\text{ثہ}_۲}$$

حاصل ہوتا ہے۔ یہاں گیسی مستقل ر کی قیمت برقی اکائیوں میں درج کی گئی ہے (صفحہ ۳۶)۔

اگر تنیائی برق پاشیدہ کے روانات کی برقی گرفت ن ہو تو زیر برقیریہی خطہ زبر برقیری خطہ میں $\frac{\text{و}}{\text{ء}+\text{و}}$ گرام سالمات کو لے جانے کے لیے محلول میں سے برق کے ن ب کولمب گذارنے پڑینگے اور مساوات (۱۱) کی شکل

$$\text{ق} = \frac{\text{۲ ر ت}}{\text{ن ب}} \times \frac{\text{و}}{\text{ء}+\text{و}} \times \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ش}_۱}{\text{ش}_۲}$$

ہو جائیگی۔ اور اس سے مشتق مساواتوں میں بائیں جانب کے جملہ کو ن پر تقسیم کرنا ہوگا (صفحہ ۳۳۱)

کسی برق پاشیدہ کے دو مختلف ارتکاز والے محلولات کے مقام اتصال پر نفوذی محرکۂ برق دلوجی نظریہ سے بآسانی محسوب کیا جا سکتا ہے، جس کے زیر رواں اور زبر رواں کی رفتار انتقال علی الترتیب ء اور و ہے۔ اور سادگی کی خاطر ہم دوبارہ فرض کرینگے کہ رواتات یک گرفتے ہیں اور برق پاشیدہ کامل طور پر روانی ہو چکا ہے۔ ہر ایک رواں کا دلوجی دباؤ ایک محلول میں $\text{د}_۱$ اور دوسرے میں $\text{د}_۲$ ہوگا۔ فرض کرو کہ محلول میں سے ب کولمب گذارے جاتے ہیں جس سے زیر رواں بلند تر دباؤ $\text{د}_۱$ سے پست تر دباؤ $\text{د}_۲$ میں منتقل ہوتے ہیں۔ زیر رواں کی وہ مقدار جو مقام اتصال پر، $\text{د}_۱$ سے $\text{د}_۲$ میں منتقل ہوگی $\frac{\text{ء}}{\text{ء}+\text{و}}$ گرام سالمات ہوگی اور اسی طرح زبر رواں کی وہ مقدار جو $\text{د}_۲$ سے $\text{د}_۱$ میں منتقل ہوگی $\frac{\text{و}}{\text{ء}+\text{و}}$ گرام سالمات ہوگی۔

گیسی کلیات کے اطلاق سے ہم تپشی پھیلاؤ میں فی گرام سالمہ کام کی مقدار (صفحہ ۲۲۹)

$$\text{ل} = \text{ر ت لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ح}_۲}{\text{ح}_۱}$$

ہے

چونکہ یہاں کلیۂ بائل عائد کیا جا سکتا ہے، اس لیے

$$\text{ل} = \text{ر ت لوک}_{\text{و}} \frac{\text{د}_۱}{\text{د}_۲}$$

بنابریں، $\text{د}_۱$ سے $\text{د}_۲$ تک زیر رواں کے $\frac{\text{ء}}{\text{ء}+\text{و}}$ گرام سالمات کے انتقال کے لیے

$$ل_ی = \frac{ی}{ی+و} \times ر\,ت\, لوک_و \frac{د_۱}{د_۲}$$

اور $د_۲$ سے $د_۱$ تک ۂ زیر رواں کے $\frac{و}{ی+و}$ گرام سالمات کے انتقال کے لیے

$$ل_ب = \frac{و}{ی+و} \times ر\,ت\, لوک_و \frac{د_۲}{د_۱}$$

پس برق کے ب کولمب گذرنے میں کام کی کل مقدار جبکہ زیر رواں بلند تر ارتکاز سے پست تر ارتکاز تک حرکت کرتا ہے تو

$$ل = ل_ی + ل_ب = \frac{ی-و}{ی+و} \times ر\,ت\, لوک_و \frac{د_۱}{د_۲}$$

ہوتی ہے اور چونکہ یہ کام برقی توانائی کے معادل ہے، اس لیے

$$ب\,قَ = \frac{ی-و}{ی+و} \times ر\,ت\, لوک_و \frac{د_۱}{د_۲}$$

$$پس \quad قَ = \frac{ر\,ت}{ب} \times \frac{ی-و}{ی+و}\, لوک_و \frac{د_۱}{د_۲}$$

ولوجی دباؤں کی نسبت کے بجائے ارتکازات کی نسبت $\frac{ش_۱}{ش_۲}$ لکھنے سے ہمیں مساوات

$$قَ = \frac{ر\,ت}{ب} \times \frac{ی-و}{ی+و} \times لوک_و \frac{ش_۱}{ش_۲} \text{ وولٹ} \quad \ldots \quad (۱۲)$$

حاصل ہوتی ہے۔ اگر $ش_۱ = ش_۲$ یا $ی = و$ ہو تو اس جملہ کی قیمت صفر ہوتی ہے، بالفاظ دیگر یکساں ارتکاز کے دو محلولات کے درمیان محرکۂ برق ہیچ ہوتا ہے اور اگر زیر رواں اور زیر رواں کی رفتار مساوی ہو تو مختلف ارتکازات کے دو محلولات کے اتصال پر بھی محرکۂ برق ہیچ ہوتا ہے۔

چونکہ مساوات (۱۱) کے مطابق کسی ارتکازی خانہ کا محرکۂ برق

$$قَ = \frac{۲\,ر\,ت}{ب} \times \frac{و}{ی+و} \times لوک_و \frac{ش_۱}{ش_۲}$$

ہے اور مائعات کے اتصال پر نفوذی محرکۂ برق

$$قَ = \frac{ر\,ت}{ب} \times \frac{ی-و}{ی+و} \times لوک_و \frac{ش_۱}{ش_۲}$$

ہے، اِس لیے ہم یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ وہ محرکۂ برق جو برقیرہی قوّوں کے باعث ہوتا ہے، اِن دونوں رقموں کا مجموعہ ہے یعنی

$$\text{ق} + \text{قَ} = \frac{\text{ر ا ت}}{\text{ب}} \left(\frac{2\,\text{ى}}{\text{ى}+\text{و}} + \frac{\text{ى}-\text{و}}{\text{ى}+\text{و}} \right) \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2}$$

$$= \frac{\text{ر ا ت}}{\text{ب}} \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

اگر ہم مساوات (۱۱) میں زبرروان اور زیرروان کی رفتاروں کو مساوی فرض کریں تو بھی یہی نتیجہ حاصل ہوتا ہے کیونکہ اس صورت میں نفوذی قوّہ ساقط ہوجاتا ہے۔ تب $\frac{\text{و}}{\text{ى}+\text{و}} = \frac{1}{2}$ اور مساوات (۱۱) $\text{ق} = \frac{\text{ر ا ت}}{\text{ب}} \text{لوک}_{\text{و}} \times \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2}$ بن جاتی ہے جیساکہ مساوات (۱۳) میں۔

اگر ہم بمثلِ سابق $\frac{\text{ر ا ت}}{\text{ب}}$ کی قیمت درج کریں اور طبعی لوکارثموں کے بجائے عشری لوکارثم استعمال کریں تو ۱۸°م پر برقیرہی قوّوں کا اختلاف $0.057 \, \text{لوک}_{10} \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2}$ وولٹ حاصل ہوتا ہے۔

اگر $\text{ش}_1 = 10\,\text{ش}_2$ تو $\text{لوک}_{10} \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2} = 1$ اور برقیرہی قوّوں کا اختلاف ۰٫۰۵۷ وولٹ ہوگا۔ باب ۳۰ میں ہم یہی قیمت، تلطیف کی دس گنی زیادتی کے ساتھ برقی قوّوں کی بیشی کے لیئے استعمال کرچکے ہیں۔

محرکاتِ برق کی علامت یعنی ان کے باعث مثبت برقی رَو کی سمت کے متعلق، امورِ ذیل نگاہ میں رکھنے چاہییں۔ اگر مساوات (۱۲) میں ى > و تو وا ہنے جانب والا جملہ مثبت ہوتا ہے کیونکہ ہمارے فرضیہ کے مطابق $\text{ش}_1 > \text{ش}_2$۔ اگر ى < و تو یہ جملہ منفی ہوتا ہے۔ اول الذکر حالت میں، اختلافِ ارتکاز کے باعث حاصل شدہ برقی رَو مرتکز سے ہلکے محلول کی جانب بہیگی، اور ثانی الذکر حالت میں، یہ ہلکے سے مرتکز محلول کی طرف بہیگی۔

مساوات (۱۳) کے لیئے جو منعاکس زیرروان کے ساتھ

برقیرہی قوّوں کے اختلاف سے متعلق ہے، برقی رَو ہلکے محلول سے مرتکز محلول کی طرف بہیگی۔ بنابریں ث۲ > ث۱ کی صورت میں اگر سابقہ فقرہ کی قرارداده علامت اختیار کی جائے تو ق کی علامت منفی ہوگی۔ اسطور پر برقیرہی اور نفوذی قوّتے ایک دوسرے کے متضاد عمل پیدا ہونگے۔ برعکس اس کے متعاکس زبر رواں کے ساتھ، ان کا عمل ایک دوسرے کے موافق ہوتا ہے۔

بیرونی رَو کی سمت ہمیشہ وہی ہوتی ہے جو برقیرہی قوّوں کے باعث پیدا ہونے والی رَو کی ہوتی ہے، کیونکہ برقیرہی قوہ نفوذی قوہ کی بہ نسبت ہمیشہ بڑا ہوتا ہے، جیسا کہ مندرجۂ ذیل بحث سے واضح ہو جائیگا مساوات (۱۲) اور (۱۳) کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ نفوذی محرکۂ برق اور برقیرہی قوّوں کے اختلاف کی نسبت، $\frac{د - و}{د + و}$ اور ا کی نسبت ہے یعنی د − و اور د + و کی نسبت ہے۔ چونکہ د اور و لازماً مثبت اعداد ہیں، اس لیے د − و ہر حال میں د + و کی بہ نسبت کم ہوگا۔ اور نفوذی محرکۂ برق اس طرح برقیرہی قوّوں کے اختلاف کی تصحیح کرتا ہے، جو بعض اوقات نمکوں کے لیے ناقابل لحاظ ہوتا ہے۔ اس لیے کہ زبر رواں کی اور یہ زیر رواں کی رفتاریں تقریباً مساوی ہوتی ہیں۔ مثلاً سوڈیم کلورائیڈ (Sodium chloride) کی صورت میں
د − و = ۷ ۲۴ اور د + و = ۷ ۱۲۵ (ملاحظہ ہو فہرست مندرجۂ صفحہ (۶۰)۔
اس نسبتہً ناموافق صورت میں نفوذی محرکۂ برق کو نظر انداز کرنے سے، برقیرہی قوّوں کے اختلاف کی تخمین میں ۲۰ فیصدی خطا لاحق ہوتی ہے۔ ترشوں اور اساسوں کی صورت میں، یہ خطا اور بھی بڑی ہوتی ہے۔ مثلاً "ہائیڈروکلورک ترشہ" (Hydrochloric acid) کے لیے د − و = ۲۷۲ اور د + و = ۴۲۲۔
اس لیے نفوذی محرکۂ برق کو اس حالت میں نظر انداز کرنے سے ۴۰ فیصدی خطا سرزد ہوتی ہے۔ بنابریں ترشوں اور اساسوں کی صورت میں یہ ضروری ہے کہ جیسا کہ صفحہ ۲۲۴ و ۲۲۵ پر بیان کیا گیا ہے محلولات کو ایک ایسے نمک کے مرتکز محلول سے ملایا جائے جس میں زبر رواں اور زیر رواں کی رفتاریں تقریباً مساوی ہوتی ہیں۔

۱- سی - این ہنشیلوڈ (C.N Hinshelwood) "حرحرکیات[1]
برائے طلبائے کیمیا" سنہ ۱۹۲۰ء۔

۲- جی - این لیوس (G. N. Lewis) اور ایم رینڈال (M. Randall)
"حرحرکیات اور کیمیائی اشیاء کی آزاد توانائی"[2] سنہ ۱۹۲۳ء۔

۳- فانٹ ہاف (Vant Hoff) کا اصل مضمون "ولوجی دباؤ[3]
اور ہلکے محلولات کے متعلق حرحرکیاتی مشتقات" فلوسافیکل میگزین
(Philosophical Magazine) سلسلۂ پنجم ج ۲۶ صفحہ ۸۱ (سنہ ۱۸۸۸ء)
ونیز Zeitschrift für Physikalische Chemie) ج ۱ صفحہ ۴۸۱
(سنہ ۱۸۸۷ء) میں درج ہے۔

۴- ڈبلیو نرنسٹ (W. Nernst) کا مضمون "روانات کی محرک برقی[4]
عاملیت" (Zeitschrift für Physikalische Chemie)
ج ۴ صفحہ ۱۲۹ (سنہ ۱۸۸۹ء) پر درج ہے۔ نیز اس کی تصنیف "کیمیا میں حرحرکیات[5]
کے استعمال" (مطبوعۂ لندن سنہ ۱۹۰۷ء)۔

---

[1] Thermodynamics for Students of Chemistry

[2] Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances

[3] Osmotic Pressure and the Thermodynamic Deductions for Dilute Solutions.

[4] The Electromotive Activity of the Ions.

[5] The Applications of Thermodynamics to Chemistry.

طبیعی کیمیا

حصہ دوم

اشاریہ

[1] اردو کتاب میں درجۂ افتراق چھپا ہے۔

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۴۵	۱۰	ntö	Mo	۷۳	۱۹	فاطر	خاطر
۵۳	۱۱	ترقیں	ترقیق	۷۴	۱۴	ص ۵۵	ص
۵۷	۱۰	۶،۵،۴	۶،۵،۶	۷۷	۱۰	الیس	الیس-
۵۸	۱۱	H	$\dot{H}$	〃	۲۲	بی ڈی	بی-ڈی-
〃	۱۲	$N\ddot{H}_4$	$N\dot{H}_4$	۸۳	۱۲	۶۰	۶۰)
۶۲	۹	مجی	ملحی	〃	۱۰	اعتراض	اغراض
۶۳	۱	۱۲-	۳۱۲	〃	〃	کرینلے	کرینگے
〃	۲۳	(Cl'Sr	Cl'Sr	۸۸	۳	ما۱	ما۲
۶۴	۱	ترمیق	ترقیق	〃	۲۱	ف۲/۲	ف۲/۲
۶۶	۱۲	نقسم	منقسم	۸۹	۱۸	سجائے	بجائے
۶۷	۷	دیکھنگے	دیکھینگے	۹۱	۱۳	طربقہ	طریقہ
۷۳	۴	ایڈشن	ایڈیشن	۹۳	۶	کازبونیٹ	کاربونیٹ
〃	۸	ساطت	وساطت	۹۴	۲۵	نیاؤباؤ	نیادباؤ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۹۷	۴	۲۲۴	۲۴۳
۹۹	۲	شالوں	مثالوں
۱۰۲	۲۴	کاربورنیٹ	کاربونیٹ
۱۰۵	۵	افترقی	افتراقی
۱۰۸	۱۲	Le clialelier	Le chatelier
۱۲۵	۱۲	حصہ اول)س	حصہ اول) اس
〃	۲۲	شرع	شرح
۱۲۶	۲۵	$(CNOH)_{"}$	$(CNOH)_n$
۱۲۸	۳	پائی	پانی
۱۳۲	۱۹	پیچ	ایچ
۱۳۴	۲۴	ایسٹیٹک	ایسیٹک
۱۳۵	۲۰	ہیں	میں
۱۳۷	۲	تُرشوں	ترشوں
۱۴۰	۱۳	جانیگی	جائیگی
۱۴۳	۱۳	آب پاشیدگی	کی آب پاشیدگی
۱۴۷	۶	کاربارکسالک	کاربا کسلک
۱۴۸	پیشانی	باب ۳۶	باب ۲۶
۱۵۵	۳	قلیول	قلیوں
۱۵۷	۲۴	ایسٹیٹ	ایسیٹیٹ
۱۵۸	۲	کیا	کر ا
۱۵۹	۱۷	$H\cdot HSO_4$	$H\ HSO_4$
۱۶۳	۱۸	السیٹیٹ	ایسیٹیٹ
۱۶۴	۶	ہیں	نہیں
〃	۲۳	کسم	کسم

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۶۸	۸	متماثل ہے	متماثل ہے
۱۷۱	۱۱	valker	Walker
۱۷۴	۱۶	$\underline{x}$	x
۱۷۷	۲۴		Na_3PO_4
۱۸۱	۲۰	مپ	مپ
۱۸۹	۲۴	$\ddot{H}$	$\dot{H}$
۱۹۰	۷	$\acute{H}$	$\dot{H}$
	۱۲	ارتکانت	ارتکازات
۱۹۱	۸	م ار	م او
〃	فٹ نوٹ	غیر موصل حصہ	کا غیر موصل حصہ
۱۹۲	۱۲	مستقل م ار	مستقل م او
۱۹۲	۱۶	ıI'	$\dot{H}$'
۱۹۳	فٹ نوٹ		Arrhenius
۲۰۱	۱۰	$(CN)_2$	$(CN)_2$
۲۰۳	۱۲	آور	اور
۲۰۸	۲۴	Sivler	Silver
۲۱۵	۲۲	طبعی	طبیعی
۲۱۹	پیشانی	باب ۲۹	باب ۳۰
〃	۴	خل	حل
۲۲۷	۱۷		Ag
〃	۲۱	کلورائید	کلورائیڈ
۲۳۹	۴		C_6
۲۴۰	۱	بہ	یہ
۲۴۱	۸	تماسی	تماسیٰ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۴۳	۲۵	مں	میں
۲۴۴	۱	سبے	بنے
"	۳	"ترکب"	"ترکیب"
۲۴۷	۸	حصہ دوم	(حصہ دوم)
"	۱۸	نیز	تیز
۲۴۸	۲۲	حب	جب
"	۲۴	تقریٍا	تقریباً
۲۵۶	۱	لے	لیے
۲۶۰	۲۳	کیسی برقائے	گیسی برقائے
۲۶۵	۲۳	ر	پر
۲۶۶	۲	حیسا	جیسا
۲۶۸	۵	. در	- اور
۲۷۱	۸	ہے	ہیں
۲۷۴	۱۶	Sc	Se
۲۷۵	۹	(ای منی)	(انٹی منی)
"	۱۵	لنتھیینم	لنتھینیم
۲۷۷	۳	ریڈیم ذ	ریڈیم د
۲۷۸	۱۰-۱۱	یورینیسم	یورینیم
۲۷۹	پیشانی	باب ۲۳"	باب ۳۳"
۲۸۲	۲۰	تخنی	تختی

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۸۴	۱۳	کیمیتی	کمیتی
۲۹۲	۱۹	(شکل ۱۲)	(شکل ۱۱)
۳۰۵	فٹ نوٹ ۱	Indro	Intro
"	" ۲	GHevesy	G. Hevesy
"	" "	Amanual	A manual
"	" "		Radioactivity
۳۱۷	۲۱	صتو ۱۰۵۶	صفحہ ۱۰۵۶
۳۳۰	۱۲	س۲ / ح۲	س۳ / س۲
۳۳۴	۱۳	ح۳	ح۱
"	فٹ نوٹ	Clapeyrons	Clapeyron's
۳۳۵	۴	کندک	گندک
"	۱۸	-۰.۰۰۷۴	-۰.۰۰۰۷۴
۳۳۶	۱۱	بغیز دباؤ	بغیر دباؤ
"	۱۲	پھبلاؤ	پھیلاؤ'
۳۳۷	۸	تجبہ	تجربہ
۳۳۸	۲۳	حجم	حجم
۳۴۱	۱۱	مساوات	مساوات
۳۵۴	۲۲	>	ہ
۳۵۹	۱۷	لوک و	لوک و
"	۱۹	غم / ش۲	ش / غم
۳۶۱	۱۴	یہ زیر رواں	زیر رواں

فہرست اصطلاحات

طبیعی کیمیا

حصہ دوم

نوٹ:- وہ نو صفحے کی اصطلاحیں خارج کردی گئی ہیں جو طبیعی کیمیا حصہ اول کے ساتھ لگائی گئی ہیں۔

انگریزی	اُردو
A	
Accelerator	مُسرع
Accumulator	ذخیرہ خانہ
Acid forming	ترشئی۔ ترشہ خیز
Acidimetry	ترشیت پیمائی
Active mass	عامل کمیت
Activity coefficient	عاملیت کی قدر
Affinity constant	الفی مستقل
Alkalimetry	قلویت پیمائی
Alkalinity	قلویت
Alligation formula	اِمتزاجی ضابطہ
Amalgam	ملغمہ
Amphoteric	دورُخہ
Amphoteric electrolyte	دورُخہ برق پاشیدہ
Anion	زبر رواں
Anode	زبر برقیرہ
Aposteriori	غیر اوّلی اصولوں (کی رُو سے)
a-rays	اشعاعیں، عہ شعاعیں
Asbestos paper	اسبسطی کاغذ / اسبسٹوسی کاغذ
Atoms	جواہر
Autolytic	خود پاشش
Available	مفید مطلب۔ کارآمد
Avidity	طاعیت
B	
Balanced-actions	متوازن عمل

اردو	انگریزی
دوسالی تعامل	Bimolecular reaction
ب شعاعیں - بشعاعیں	β-rays

C

اردو	انگریزی
حرارہ پیما خول (بمب)	Calorimeter bomb
کارباکسل گروہ	Carboxyl group
حمّالِ برق	Carrier of electricity
حملان	Catalysis
حملانی تحلیل	Catalytic decomposition
زنجیرہ (ریاضی)	Catenary
زیر برقیرہ	Cathode
کیتھوڈی خطّہ - زیر برقیری خطّہ	Cathodic compartment
زیرروال	Cation
بار	Charge
کیمیائی توازن	Chemical equilibrium
کیمیائی استحال	Chemical transformation
جنبش نگار	Cinematograph
بستگی	Coagulation
بستہ	Coagulum
لسونتی	Colloidal
لسونتی محلولات	Colloidal solutions
مجموعہ	Combination
طریقۂ تلافی	Compensation method
پیچیدہ روانات	Complex ions
ارتکازی خانہ	Concentration cell
قلماسا	Crystalloid
قلمی ساخت	Crystal structure

D

اردو	انگریزی
عُشر سالی محلول	Decimolar solution
عُشر طبعی محلول	Decinormal solution
درجۂ روانیت	Degree of ionisation
بند تبدیلی	Desmotropy
رسمہ	Diagram
رِق پاشیدگی	Dialysis
برق گزار مستقل	Dielectric constant
انکسارِ نور	Diffraction of light
نفوذ	Diffusion
ہلکے محلولات	Dilute solutions
ترقیق - تلطیف - ہلکاؤ	Dilution
ترقیقی ضابطہ	Dilution formula
فارغ از بار - تفریغ	Discharged
تکسری حاصل	Disintegrated products
منتشر ہیئت	Dispersed phase
افتراق	Dissociation
تحلیلِ ثنائی	Double decomposition

اُردو	انگریزی
دوگرفتہ	Dyad
صبغہ	Dye
حرکی ہم ترکیبی	Dynamic isomerism (=Tautomerism)

E

اُردو	انگریزی
خروج	Effusion
برقی انتشار	Electrical dispersion
برقیرہ	Electrode
برقیرہی قوّہ	Electrode potential
برق پاشیدگی	Electrolysis
برق پاشیدنی - برق پاشہ برق پاشیدہ	Electrolyte
برق پاشیدی افتراق	Electrolytic dissociation
برقیہ	Electron
برقیئی ارتعاش برقیائی ارتعاش	Electronic vibrations
برق نما	Electroscope
برقی سکونی اکائی	Electrostatic unit
ناقصی مدار	Elliptical orbit
استخراج	Emanation
شیرہ	Emulsion
شیرہ آسا - شیرہ نما	Emulsoid
ناکارگی	Entropy
تعادلی مساوات	Equilibrium equation
ایسٹر	Ester
کندہ کاری - کندہ کرنا	Etching
دھاکو موج	Explosion wave
استخراج کرنا	Extrapolate (to)

F

اُردو	انگریزی
دُہنی تُرشے	Fatty acids
لُنجتے	Flocks
سیالی - سیلان	Fluidity
سیال سم	Fluid sol
سیل اسپاری تزہر	Fluorescence
تعدّد	Frequency
مذاب آمیزہ	Fused mixture

G

اُردو	انگریزی
برقی رَوپیما	Galvanometer
گیسی ہیئت	Gaseous phase
ہُلم	Gel
ہُلامن	Gelatine
عددِ طلا	Gold number

H

اُردو	انگریزی
نیم روانی	Half-ionised
مغرقِ حرارت مصبِّ حرارت	Heat sink
غیر ہمباری	Heterobaric

انگریزی	اُردو
Heterogeneity	عدم تجانس
Heterogeneous equilibrium	غیر متجانس تعادل
High frequency spectra	اعلیٰ تعددی طیوف
Homogeneous system	متجانس نظام
Hybrid ion	دوغلا رواں
Hydrated	آبیدہ۔آب آمیختہ
I	
Impregnate (to) (with gelatine)	(ہلام سے) بھرنا
Indeterminate (equation)	غیر معین (مساوات)
Indicator	مظہر
Indicator diagram	نمائندہ رسمہ
Induction coil	امالی لچھا
Infinite dilution	لاتناہی ترقیق
Insulator	حاجز
Integral multiple	صحیح ضعف
Inversion	تعاکسہ
Invert sugar	معاکسی شکر مقلوبی شکر
Ionic strength	روانی طاقت

انگریزی	اُردو
Ionisability	روانیت پذیری
Ionisation	روانیت
Ionised substance	روانی شے آیونی شے
Irreversible	غیر متعاکس غیر انقلاب پذیر
Isobaric	ہمباری
Isohydric (solutions)	ہمرواں (محلولات)
Isohydry	ہمروانی۔ہمروانیت
Isothermal change	ہم تپشی تغیر
Isotope	ہمجا
Isotopy	ہمجائی
J	
Jelly	فالودہ نما شے۔فالودہ
L	
Lead sponge	اسفنجی سیسا
Lubricant	چکنا۔چکنائی (جمع چکنائیاں)
Lubricate (to)	چکنانا
Luminescence	نورانیت۔دمک
Luminescent rays	دمکیلی شعاعیں
Lyophile	حل جُو
Lyophobe	حل گریز

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۴۵	۱۰	nto	Mo	۷۳	۱۹	فاطر	خاطر
۵۳	۱۱	ترقیں	ترقیق	۷۴	۱۴	ص ــــ	ص
۵۷	۱۰	۶،۵۲	۶،۵۶	۷۷	۱۰	الیس	الیس -
۵۸	۱۱	H	$\dot{H}$	〃	۲۲	بی ڈی	بی - ڈی -
〃	۱۲	$N\bar{H}_4$	$N\dot{H}_4$	۸۳	۱۶	۷۰	۷۰)
۶۲	۹	نحی	ملحی	〃	۱۷	اغتراض	اغراض
۶۳	۱	۱۲⁻	۳۱۲	〃	〃	کرینیلے	کرینگے
〃	۲۳	(Cl'Sr	Cl'Sr	۸۸	۳	ما۱	ما۲
۶۴	۱	ترقیں	ترقیق	〃	۲۱	ف۲ / ۲ف	ف۲ / ف
۶۶	۱۲	نقسم	منقسم	۸۹	۱۸	سجائے	بجائے
۶۷	۷	دکھینگے	دیکھینگے	۹۱	۱۳	طریغہ	طریقہ
۷۳	۴	ایڈشن	ایڈیشن	۹۳	۲	کازبونیٹ	کاربونیٹ
〃	۸	ساطت	وساطت	۹۴	۲۵	نیاڈباؤ	نیا دباؤ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۹۷	۴	۲۲۳	۲۴۳	۱۶۸	۸	متاثرے	متاثل ہے
۹۹	۲	شالوں	مثالوں	۱۷۱	۱۱	valkei	Walker
۱۰۲	۲۴	کاربورنیٹ	کاربونیٹ	۱۷۴	۱۶	x̲	x
۱۰۵	۵	افترقی	افتراقی	۱۷۷	۲۴		Na_3PO_4
۱۰۸	۱۲	Le clialelier	Le chatelier	۱۸۱	۲۰	مب	مب
۱۲۵	۱۲	حصہ اول اب	حصہ اول) اس	۱۸۹	۲۴	H	H
”	۲۲	شرع	شرح	۱۹۰	۷	İI	Ḣ
۱۲۶	۲۵	$(CNOH)_r$	$(CNOH)_n$		۱۰	ارتکانت	ارتکازات
۱۲۸	۳	پانی	پانی	۱۹۱	۸	م و	م و
۱۳۲	۱۹	پیچ	اینچ	”	فٹ نوٹ	غیرموصل حصہ	کا غیرموصل حصہ
۱۳۴	۲۴	ایسٹیک	ایسیٹک	۱۹۲	۱۴	مستقل م و	مستقل م و
۱۳۵	۲۰	ہیں	میں	۱۹۲	۱۶	H'	Ḣ
۱۳۶	۳	ترشوں	ترشوں	۱۹۳	فٹ نوٹ		Arrhenius
[illegible]	۱۳	جانیگی	جائیگی	۲۰۱	۱۰	(CN)	$(CN)_2$
۱۴۳	۱۴	آب پاشیدگی	کی آب پاشیدگی	۲۰۳	۱۲	آور	اور
۱۴۷	۶	کاربکسلک	کاربا کسلک	۲۰۹	۲۴	Sivler	Silver
۱۴۸	پیشانی	باب ۲۶	باب ۲۶	۲۱۵	۲۲	طبعی	طبیعی
۱۵۵	۳	قلیول	قلیوں	۲۱۹	پیشانی	باب ۲۹	باب ۳۰
۱۵۷	۲۳	ایٹیٹ	ایسیٹیٹ	”	۴	غل	حل
۱۵۸	۲	کا	کرا	۲۳۷	۱۷		Ag
۱۵۹	۱۷	$H^{\cdot}HSO'_4$	$H\ HSO_4$	”	۲۱	کلورائید	کلورائیڈ
۱۶۳	۱۸	السیٹیٹ	ایسیٹیٹ	۲۳۹	۴		C_6
۱۶۴	۹	ہیں	نہیں	۲۴۰	۱	ہ	یہ
”	۲۳	کم	کم	۲۴۱	۸	تماسی	تماسی